

Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Ökoloogia ja maateaduste instituut
Geograafia osakond

Magistritöö geoinformaatikas ja kartograafias (30 EAP)

**Taktilsete kaartide väljatöötamine ja nende mõju kasutajaskonna
ruumitunnetusele**

Helen Ojamäe

Juhendaja: PhD Raivo Aunap

Kaitsmisele lubatud:

Juhendaja:

Osakonna juhataja:

Tartu 2019

Taktilsete kaartide väljatöötamine ja nende mõju kasutajaskonna ruumitunnetusele

Annotatsioon

Taktilised kaardid on moodus nägemispuudega inimestele geograafilise informatsiooni edastamiseks, kasutades selleks kõrgemale tõstetud mustreid, mida kaardi kasutaja tajub sõrmeotstega kompides. Magistritöös töötatakse välja lahendus taktilsete kaartide loomiseks, kasutades vabavara QGIS, andmeid Eesti topograafilisest andmekogust ja tehes koostööd pimedate inimestega. Väljatöötatud lahenduse abil loodud kombitavaid kaarte testitakse koostöös viie kaardikasutajaga, et hinnata nende mõju nägemispuudega inimeste ruumitunnetusele. Täpsemalt saadakse kaartide testimise tulemusena teada, kuidas mõjutavad väljatöötatud taktilised kaardid nägemispuudega inimeste mentaalset kaarti, kuivõrd aitavad kaardid neid liiklemisel ja missugune on nägemispuudega inimeste tagasiside kaartidele.

CERCS kood: P510 – Füüsiline geograafia, geomorfoloogia, mullateadus, kartograafia, klimatoloogia

Märksõnad: taktilne kaart, mentaalne kaart, nägemispuue, pime, paisupaber, kompimine

The development of tactile maps and their influence on the spatial cognition of visually impaired users

Abstract

Tactile maps are a way of communicating geographical information to people with visual impairments by using raised graphic patterns that the person can feel with their fingertips. A solution for the creation of tactile maps is developed in this master's thesis by using open-source application QGIS, data from Estonian Topographic Database and working in cooperation with blind people. Tactile maps created by using the developed solution are tested with five map users in order to assess the influence of the maps on the spatial cognition of visually impaired people. As a result of this thesis it is learned, how the created tactile maps affect the mental maps of visually impaired people, how they help them navigate and what is the feedback to the maps.

CERCS code: P510 – Physical geography, geomorphology, pedology, cartography, climatology

Keywords: tactile map, mental map, visual impairment, blind, swell paper, haptics

Sisukord

| | |
|---|----|
| Sissejuhatus..... | 5 |
| 1. Nägemispuudega inimeste liiklemist hõlbustavad abivahendid..... | 7 |
| 1.1 Taktiilsed kaardid..... | 10 |
| 1.2 Taktiilsete kaartide tootmismeetodid ja -materjalid..... | 13 |
| 2. Taktiilsete kaartide loomine | 16 |
| 2.1 Taktiilsed kaardid erinevate autorite loominguks | 16 |
| 2.2 Taktiilsete kaartide loomise ning kasutamisega seonduvad nõuded ja väljakutsed..... | 19 |
| 2.2.1 Kaardil kujutatavad nähtused | 20 |
| 2.2.2 Leppemärgid ja nende eristamiseks kasutatavad muutujad..... | 21 |
| 2.2.3 Punktkiri | 23 |
| 2.2.4 Juurdepääs taktiilsetele kaartidele ning nende kasutamine | 24 |
| 3. Andmed ja metoodika..... | 25 |
| 4. Tulemused ja arutelu..... | 30 |
| 4.1 Kaartide väljatöötamine | 30 |
| 4.1.1 Tänavad ja hoonestus | 32 |
| 4.1.2 Kaardikirjad | 33 |
| 4.1.3 Muud punkt-, joon- ja pindobjektid..... | 35 |
| 4.1.4 Muud kaardi komponendid..... | 37 |
| 4.2 Väljatöötatud kaartide kasutajakogemuse testimine | 38 |
| 4.2.1 Tutvumine tuttavat piirkonda kujutava kaardiga..... | 38 |
| 4.2.2 Tutvumine tundmatut piirkonda kujutava kaardiga..... | 43 |
| 4.2.3 Teekonna läbimine | 47 |
| 4.2.4 Tagasiside kaartidele | 49 |

| | |
|---|----|
| 4.2.5 Taktiilsete kaartide roll nägemispuudega inimeste mentaalse kaardi täienemises..... | 53 |
| 5. Järeldused..... | 54 |
| Kokkuvõte..... | 56 |
| Summary | 58 |
| Tänuavaldused | 60 |
| Kasutatud kirjandus | 61 |
| Lisad..... | 65 |

Sissejuhatus

Tundmatus kohas liigeldes kasutatakse sageli oma asukoha määramiseks ning õige tee leidmiseks kaarti. Traditsioonilised kaardid esitavad informatsiooni visuaalsel kujul ning ei saa seetõttu liiklemisel abiks olla nägemispuudega inimestele (Hänssgen, 2014). Pildilist informatsiooni on nägemispuudega inimestele võimalik esitada kombitaval kujul. Pildi osad kohrutatakse algpinnast kõrgemale ning neid tajutakse kompimise abil uurides. Kompimismeel (*haptics*) on nägemispuudega inimeste jaoks justkui asendus nägemisele (Hersh ja Johnson, 2008).

Ühed spetsiaalse sisuga kombitavad pildid on taktilised kaardid, mis kasutavad geograafilise informatsiooni edastamiseks kõrgemale tõstetud mustreid, mida nägemispuudega kasutaja tajub oma sõrmeotstega (Hersh ja Johnson, 2008; Jehoel et al., 2005). Taktiliseid kaarte võib kasutada nii geograafia õppimiseks ja õpetamiseks kui ka liiklemise hõlbustamiseks (Lobben, 2005). Teadlased on oma uurimistöodes rõhutanud taktiliste kaartide kasulikkust – need aitavad nägemispuudega inimestel luua end ümbritsevast keskkonnast mentaalset pilti, annavad aimu erinevate objektide ning inimese enda asukohast ruumis, võimaldavad inimesel iseseisvamalt reisida ning eelnevast tulenevalt tõsta nägemispuudega inimeste üldist elukvaliteeti (Blades et al., 1999; Papadopoulos ja Karanikolas 2009; Jehoel et al., 2005; Lobben ja Lawrence, 2012).

Riikide piire kujutavate taktiliste kaartide näidiseid võib Eestis leida näiteks Eesti Pimedate Raamatukogust ja neid kasutatakse õppimisvahendina Tallinna Heleni koolis ja Tartu Emajõe koolis. Samuti on valminud taktilised mudelid Eesti tuntumate hoonete fassaadidest ja taktiline kaart Tallinna kesklinnast. Orienteerumise eesmärgil on võimalik soetada abivahendikeskuse Silmalaegas kaudu 3D-trükitud taktiliseid kaarte, ent ühe kaardi hind on küllaltki kõrge ning sellel puuduvad selgitavad kaardikirjad. Eesti nägemispuudega inimestel puudus taskukohane ja hea võimalus kasutada liiklemiseks ja ümbritseva keskkonna tundmaõppimiseks taktiliseid kaarte, mistõttu algatas 2018. aastal MTÜ Eesti Geoinformaatika Selts koostöös Põhja-Eesti Pimedate Ühingu pimedatele mõeldud kaartide kujundamise ja automatiseeritud tootmise heategevusprojekti. Projekti vedajateks olid MTÜ liikmed Andreas Kiik ja Valeri Kapanen, kellest viimane tegi kaartidele esialgse tehnilise lahenduse. Siiski vajasid kaartidel lahendamist teatud tehnilised probleemid, kaartide sisu vajas põhjalikumalt lahtimõtestamist, parandada tuli

kujundust ja leida kaartidele tootja. Eelmainitud ülesanded võttis enda kanda käesoleva magistritöö autor. Kaardid trükitakse Eesti Pimedate Raamatukogu abiga paisupaberile, mis on taktiliste kaartide puhul üks eelistatuid ja enim kasutatavaid alusmaterjale (Jehoel et al., 2006; Lobben, 2005; Rice et al., 2005).

Töö eesmärgiks on, kasutades vabavara QGIS ja andmeid Eesti topograafilisest andmekogust, välja töötada lahendus taktiliste kaartide loomiseks. Selle üheks osaks on taktiliste kaartide näidete, teemakohase kirjanduse analüüsi ning pimedatega konsulteerimise põhjal kaartide spetsifikatsiooni kokku panemine. Lisaks soovitakse Tallinna kasutajaskonna näitel kontrollida väljatöötatud lahenduse abil loodud taktiliste kaartide mõju nägemispuudega inimeste ruumitunnetusele.

Töö eesmärkidest lähtuvalt püstitati järgmised uurimisküsimused:

- Millised on taktiliste kaartide levinumad kujundusviisid ning nende loomisega seonduvad nõuded ja väljakutsed?
- Kuivõrd aitavad väljatöötatud taktilised kaardid nägemispuudega inimesi Tallinna linnas liiklemisel?
- Missugune on nägemispuudega inimeste tagasiside väljatöötatud taktilistele kaartidele?
- Kuidas mõjutavad taktilised kaardid nägemispuudega inimeste mentaalset kaarti?

1. Nägemispuudega inimeste liiklemist hõlbustavad abivahendid

Nägemispuudega inimene on isik, kelle nägemisvõime on osaliselt või täielikult kadunud, takistades seeläbi tema arengut, õppimist, töötamist ja igapäevaste toimetuste sooritamist (Tennosaar, 2016; Eesti Pimedate Liit, 2019). Nägemispuude väljendusvormid ulatuvad nõrgaltnägevusest täieliku pimeduseni. Piir “vaegnägi” ja “pimed” vahel ei ole täiesti selge ning mõisteid eristatakse defineerides nägemisteravuse ja vaatevälja suurusi. Eestis kasutatava mõiste järgi on pime inimene, kelle nägemisteravus paremini nägeval silmal koos korrektsiooniga on alla 0,05 ja/või vaateväli kitsam kui 10 kraadi ning täispime on inimene, kes ei näe valgust (Eesti Pimedate Liit, 2019). Eestis on ligikaudu 7500 nägemispuudega inimest, kellest umbes 500 on täiesti pimedad (Tennosaar, 2016). Maailma Terviseorganisatsiooni andmetel küündib pimedate inimeste arv maailmas 36 miljonini (World Health Organization, 2018).

Kättesaadav informatsioon neid ümbritsevast keskkonnast on nägijate ja nägemispuudega inimeste jaoks väga erinev. Nägemispuudega inimeste kujutelm maailmast sõltub suuresti sellest, missugused on võimalused enda ümbruskonnast informatsiooni kogumiseks. Nende ruumitunnetust ei mõjuta vaid nägemise puudumine, vaid ebapiisav ligipääs vahenditele, mille abil koguda teadmisi ümbritsevast ruumist (Giudice, 2018). Ruumitunnetus ehk mõtteline ettekujutus ruumist hõlmab endas oskusi nagu kindlate punktide asukoha määramine ruumis, joonte ja objektide suuna määramine, kauguste hindamine ja objektide vaheliste ruumiliste suhete mõistmine (Hart ja Moore, 1973; Colby, 2009). Geograafid uurivad ruumitunnetust, et leida vastused küsimustele nagu kuidas tekib arusaamine ruumist ja kuidas see ajas muutub ning kuidas inimesed ruumis liiguvad ja õige tee leiavad (Montello, 2015).

Nägemispuudega inimesed vajavad abistavaid meetodeid, et neid ümbritsevas keskkonnas edukalt ning iseseisvalt liikuda (Hersh ja Johnson, 2008). Levinumad ja lihtsamad võimalused selleks on ringi liikuda nägijast saatja, pika valge kepi või juhtkoera abil (Murillo, 2018). Tänapäeval on abistavad meetodid suuresti seotud GPS-tehnoloogiaga, mille põhjal on välja arendatud erinevaid mobiilirakendusi. Idee kasutada globaalset positsioneerimise süsteemi, et aidata nägemispuudega inimestel paremini navigeerida, tekkis juba 1980ndate aastate keskpaigas (Huang ja Liu, 2004). Üks spetsiaalselt pimedate jaoks väljatöötatud mobiilirakendus on

BlindSquare, mida kasutavad ka Eesti nägemispuudega inimesed (Hänni, 2016). Rakendus teeb GPSi abil kindlaks nutiseadme kasutaja asukoha ning kasutab ümbruskonnast lisainformatsiooni saamiseks Open Street Mapi ja FourSquare'i andmeid. BlindSquare teavitab kasutajat kõnesüntesaatori abil tema asukohast, olulistest objektidest, ristmikest ning juhatab ta soovitud sihtkohani (BlindSquare veebilehekül, 2019). Lisaks mobiilirakendustele on viimastel aastatel turule tulnud ka kõrgtehnoloogilisi lahendusi, mis ei eelda nutitelefoni kasutamist. Üks nendest on näiteks Maptic, mis koosneb nägemisväljas olevaid objekte märkavast kaelas kantavast sensorist ja vibreerivat tagasisidet andvast käepaelast. Maptic teavitab vibreerimise kaudu pimedat ebatasasest maapinnast ja takistustest ning annab liikumisjuhiseid (Teo, 2018). Näitena võib esile tuua ka OrCam MyEye 2.0-i ehk prillide külge paigaldatava kõlaritega varustatud 12-pikslise kaamera, mis suudab lugeda teksti, tuvastada nägusid ja objekte ning edastab kogutud informatsiooni kasutajale (OrCam veebilehekül, 2019).

Kõrgtehnoloogiliste lahenduste kasutamine ei ole aga nägemispuudega inimeste abistamiseks kohustuslik nõue. Olenemata märkimisväärtetest kuulmismeelele keskenduvatest arengutest kasutajaliidestest, arvutisüsteemides ja mobiilirakendustes, on kompimisel olnud alati oluline roll füüsilise keskkonna uurimisel, mõistmisel ja kasutamisel. Seda kinnitab valge kepi ja juhtkoerte edukas kasutamine liikumise ja Braille'i kiri lugemise hõlbustamiseks ning reljeefsed pildid pildilise informatsiooni edastamiseks (Hersh ja Johnson, 2008).

Valge kepp kui takistuste leidja on nägemispuudega inimestele abiks olnud juba pikka aega. Hoolimata selle lihtsusest saab reisija keppi küljelt küljele liigutades tunda erinevaid objekte, pinnase kõvadust ja tekstuuri, erinevaid maapinna ebatasasusi ja leida teeületuskohti. Tänapäeval lisatakse kepile ka laser- või ultraheli andureid, et parandada selle efektiivsust (Hersh ja Johnson, 2008; Murillo, 2018).

Juhtkoerad on teenistusloomad, kes on läbinud spetsiaalse treeningu, et juhendada nägemispuudega inimesi. Koerad juhivad oma omanikke takistustest mööda, aitavad leida sissepääse, lifte ja eskalaatoreid (Murillo, 2018). Katriin Kalling (2014) kaitses Tartu Ülikooli Pärnu kolledžis 2014. aastal lõputöö teemal „Juhtkoera roll nägemispuudega inimese igapäevaelus”. Lõputöö eesmärgiks oli näidata juhtkoera rolli olulisust nägemispuudega inimese elukvaliteedi ja heaolu tõstmisel, milleks küsitleti Eesti ja Soome juhtkoerte kasutajaid ning

intervjueeriti nelja Eesti juhtkoera omanikku ja ühte juhtkoortega igapäevaselt tegelevat eksperti. Uurimuse tulemusena selgus, et juhtkoera kasutamine võimaldab nägemispuudega inimestel iseseisvamalt liigelda, nad on linnapildis märgatavamad ning lisaks pakuvad koerad omanikele lohutust, toetust, tõstavad nende sotsiaalset aktiivsust ja vähendavad depressiooni (Kalling, 2014).

Nägemispuudega inimene saab tekstikujul informatsiooni omandada kas seda kuulates või teksti taktiilset versiooni kätega uurides nagu seda tehakse Braille'i kirja puhul (Hersh ja Johnson, 2008). Braille on puudutusel põhinev lugemise ja kirjutamise süsteem nägemispuudega inimeste jaoks. See kasutab kõrgemale tõstetud punkte, mis tähistavad tähestiku tähti, numbreid ja kirjavahemärke (BrailleWorks veebilehekül, 2019). Braille'i sümbolid luuakse kuue erineva punkti kombinatsiooni abil. Punktid on paigutatud kahte paralleelsesse tulpa, kus ühes tulbas on kolm punkti. Kasutades ühte või enamat nendest kuuest punktist, on võimalik luua 64 erinevat kombinatsiooni. Braille ei ole eraldiseisev keel, vaid pigem kood, mille abil saab mitmetes keeltes lugeda ja kirjutada (AFB veebilehekül, 2019). Braille'i kirja lõi 1809. aastal sündinud Louis Braille. Kiri arenes välja Charles Barbieri "öökirjutamise" süsteemist, mille abil said sõdurid öisel ajal valguse puudumisel lahinguväljal sõnumeid saata. Öökirjutamise süsteem põhines siltidel, kus kasutatakse 12 kõrgemale tõstetud punkti kombinatsiooni. Probleemiks selle süsteemi puhul oli siltide suurus, mis ei võimaldanud inimese näpuotsal kõiki punkte ühe puudutuse abil tajuda. Seetõttu töötas Braille oma teismeeas välja kuue punkti põhised tähesildid, mida tajutakse terve näpuotsaga, liikudes kiirelt ühelt tähelt teiseni (BrailleWorks veebilehekül, 2019; AFB veebilehekül, 2019). Praeguseks on kiri kohandatud enamuste maailma keeltega ning Braille'i koodi süsteeme on eraldiseisvalt välja töötatud ka teaduslike märkide (näiteks matemaatikas ja füüsikas), muusika, foneetika ja teiste spetsiaalsete märgisüsteemide esitamiseks (Hampshire, 1981).

Visuaalset informatsiooni on nägemispuudega inimestele võimalik esitada ka taktiilsel ehk kombitaval kujul. Näiteks valmistatakse taktiilseid linna- ja hooneteplaanide ning reljeefseid gloobuseid, mida saab kompimise abil uurida. Samuti saab kombitaval kujul esitada erinevaid pilte. Ühed spetsiaalse sisuga reljeefsed pildid on taktiilsed kaardid. Taolised kaardid kujutavad geograafilist olukorda ning neid kasutatakse nii geograafia õppimiseks ja selle õpetamiseks kui ka liiklemise hõlbustamiseks (Hersh ja Johnson, 2008; Lobben, 2005; Jordão, 2013).

1.1 Taktiilsed kaardid

Nägemispuudega inimesed ei saa ümbritsevast keskkonnast koguda visuaalset informatsiooni, mistõttu toetuvad nad navigeerimiseks vajaliku informatsiooni saamiseks teistsugustele aistingu kanalitele kui nägijad. Taktiilsetelt ehk kombitavatelt kaartidelt kogutakse informatsiooni puudutuse abil: nägemispuudega inimene tajub kaardil esitatud reljeefseid leppemärke oma sõrmeotstega (Lobben ja Lawrence, 2012; Papadopoulos ja Karanikolas, 2009; Jehoel et al., 2005). Taktiilsete kaartide eelkäijaks võib pidada puust kombitavaid kaarte, mida inuitid kasutasid rannikuvetes navigeerimiseks ja tundmatutest piirkondadest teadmiste edastamiseks. Taolisi kaarte tutvustasid inuitid Gröönimaa idakallast uurinud Taani maadeavastaja Gustav Holmle 19. sajandi lõpus. Puust kaardid olid mugavad kaasas kanda ning kuna need olid kombitavad, sai neid kasutada ka pimedas (Schneider ja Strothotte, 2000; The Colonial Atlas, 2016; Harmsen, 2018).

Erinevalt nägemisest ei ole mingi objekti äratundmine puudutuse läbi otsene. Nägemise puhul nähakse kõigepealt tervikpilti ja seejärel hakatakse uurima selle üksikosi. Puudutuse puhul on tervikpildi kokkupanek mentaalne protsess, mis toimub osade tajumise tulemusena (Revesz, 1950). Seetõttu on taktiilselt kaardilt ruumilise informatsiooni omandamine mälule raske ülesanne, sest informatsioon integreeritakse järjestikustest käeliigutustest, mis nõuab pidevat lühiajalise mälu kasutamist. Samuti kaotab pime kaardil sõrmega liikudes oma algse koha, mistõttu ruumilise informatsiooni sidumine üheks on raskendatud. Lisaks on tõenäoline, et olulise informatsiooni hankimiseks on mõned kompimismeetodid efektiivsemad kui teised ning et ruumilist informatsiooni mõistavad kehvemini täispimedad, kellel puudub igasugune varasem visuaalne kogemus neid ümbritseva maailmaga (Dodds, 1989; Ungar et al., 1993). Oregoni ülikooli geograafia osakonna õppejõud Amy Lobben, kes on oma töös palju keskendunud taktiilsetele kaartidele, toob taktiilsete kaartide lugemiskogemuse mõistmiseks võrdluse joogikõrrega - nägija peaks uurima kaarti läbi kõrre ning proovima seda mööda kaarti ringi liigutades aru saada kogu kaardi sisust. Niisamuti saab taktiilset kaarti lugedes korraga katsuda ainult ühte ala, aga iga väikese ala peab peas kokku sõlmima suureks pildiks, mis on mälule katsumusterohke ülesanne (Miller, 2017).

Nägemispuudega inimestel puudub võimalus kasutada paberkujul tavakaarte, mistõttu on taktilised kaardid nende jaoks oluline ja levinud ruumi käsitleva informatsiooni esitamise viis (Štampach ja Muličková, 2016; Brittell et al., 2018; Papadopoulos ja Karanikolas, 2009). Kuigi tava- ning taktilsete kaartide kujundamise ja tootmise meetodid erinevad, vajavad mõlemate kaartide sihtgrupid nii ülevaatlikke kui ka detailsemaid, liiklemist hõlbustavaid, kaarte (Lobben, 2005). Ülevaatekaartide eesmärk on pakkuda laialdasemat arusaama kaardil kujutatud alast (BANA, 2010). Geograafilisi piire kujutavad kombitavad kaardid ning riikide sotsiaal-majanduslikku olukorda kajastavad temaatilised taktilised kaardid on oluline tööriist geograafia õpetamiseks (Hersh ja Johnson, 2008; Lobben, 2005). Šveitsis valmis 2017. aastal taktiline atlas, mis koosneb ülevaate kaartidest mõõtkavas 1:900 000 ja temaatilistest kaartidest mõõtkavas 1:100 000 (lisa 1). Kaartidel on kujutatud administratiivseid piire, asustusi, mäestikke, veekogusid ja raudteid (Esri Suisse, 2017). Ka Eesti Pimedate Raamatukogus on mitmeid eksemplare maailma riikide geograafiat tutvustavatest taktilistest kaartidest, mis kujutavad riikide piire nii maailma, maailmajagude kui ka üksikute riikide tasandil (joonis 1, lisa 2). Lisaks võib raamatukogust leida kombitavaid mudeleid Eesti tuntumate hoonete ja ehitiste fassaadidest. Mudelid, mis kujutavad näiteks Toompea lossi, Tartu Raekoda ja Vabadussõja võidusammast, valmisid mittetulundusühingu Kakora tellimusel. MTÜ tegevuse üheks eesmärgiks on taktiliste materjalide tegemine, nende valmistamise nõustamine ning kvaliteedikontroll. Kakora kodulehelt võib leida ka pildi Tallinna kesklinna taktilisest kaardist (MTÜ Kakora veebilehekülg, 2019; ERR videoarhiiv, 2016).



Joonis 1. Euroopa riikide piire kujutav taktilne kaart Eesti Pimedate Raamatukogu kaardikogust.

Käesolevas uurimistöös keskendutakse liiklemist hõlbustavatele taktilsetele kaartidele (*orientation and mobility maps*), mille eesmärk on anda kaardi lugejatele võimalus kaardi abil planeerida ja läbida teekondi (BANA, 2010). Taktilsed kaardid on nägemispuudega inimestele orienteerumiseks kasulik vahend, mida saab retkedel kaasas kanda (Schneider ja Strothotte, 2000). Teadlased on oma uurimistöodes toonud välja mitmeid viise, kuidas taktilsed kaardid nägemispuudega inimesi orienteerumisel aitavad. Papadopoulos ja Karanikolas (2009) tõid esile, et taktilsed kaardid aitavad luua ümbritsevast keskkonnast mentaalse pildi, annavad aimu erinevate objektide ning inimese enda asukohast ruumis ning võimaldavad inimesel iseseisvamalt reisida. Blades et al. (1999) sõnul on taktilsed kaardid kasulikud teekonna planeerimisel tundmatusse sihtkohta, sest võimaldavad varasemalt kaardil kuvatud informatsiooni abil uue ümbruskonnaga tutvuda. Autorid võrdlesid teekonna õppimise protsessi taktilse kaardi abil ja ilma selleta. Eksperimendis osalejad, kes läbisid teekonda kaardi abil,

mõistsid paremini teed ning kohtade vahelisi suhteid teekonnal. Sel viisil panustasid kaardid pimedate teeleidmise õnnestumisesse ning aitasid varem tundmatust alast arendada mentaalset kaarti (Blades et al., 1999). Inimese mentaalne kaart koosneb kindlatest üksikelementidest ning peegeldab tema isiklikke teadmisi, kogemusi ja hinnanguid teatud alast (Rosenberg, 2018; Jauhiainen, 2005).

Seega võib taktiliseid kaarte seostada paremate ruumiliste otsuste tegemise, ümbruskonnast parema arusaamise ja iseseisva reisimisega. Mida mobiilsemad ja iseseisvamad on inimesed, seda rohkem võimalusi avaneb neil sotsiaalelus ning haridus- ja tööalaselt. Seetõttu loob taktiliste kaartide kasutamine ka kõrgema elukvaliteedi (Jehoel et al., 2005; Lobben ja Lawrence, 2012). Taktiline kaart võimaldab saada vaatepilti uudsest keskkonnast ja võib teatud määral asendada visuaalset vaadet keskkonnale (Golledge, 1991, cit. Papadopoulos ja Karanikolas, 2009).

1.2 Taktiliste kaartide tootmismeetodid ja -materjalid

Taktiliste kaartide loomiseks ja trükkimiseks on mitmeid võimalusi ning lähtuvalt kaardi kasutuseesmärgist tuleks neist valida sobivaim. Millise kaardi loomise viisi kasuks kaardi looja otsustab, sõltub tihtipeale aga suuresti sellest, millisele meetodile parasjagu ligipääs on (Lobben ja Lawrence, 2012).

Sagedamini kasutatavad meetodid taktiliste kaartide loomiseks on termovorm ja paisupaberile trükkimise meetod (Rice et al., 2005). Termovormi meetodi (*thermoforming*) puhul asetatakse kolmemõõtmelise mudeli peale õhuke plastikleht. Plastiklehte kuumutatakse, selle kuju kohandub mudeli järgi ning tulemusena tekib taktiline kaart (lisa 3). Protsessi saab korrata ja ühe mudeli põhjal saab luua mitmeid kaarte ning lisaks on plastik vastupidav ja ilmastikukindel materjal (Lobben ja Lawrence, 2012). Termovormi meetod võimaldab toota kolmemõõtmelisi kaarte, ent mudelite loomine on ajakulukas ja kallis protsess (Rowell ja Ungar, 2005).

Lisaks luuakse taktiliseid kaarte ka tindipritsmetodil, kus alusmaterjalile kantakse kiht kihi haaval spetsiaalset tinti (*photo-cured ink*), mis UV-kiirguse all muutub tahkeks ning

lõpptulemusena tekib taktiline pilt (McCallum et al., 2003). Lähiajal on populaarsust kogunud ka 3D-printimine. Hetkel on 3D-print veel kallis ettevõtmine, ent kuna selle teenuse hinnad pidevalt langevad, on oodata, et tulevikus saab 3D-trükist alternatiiv praegu kasutatavatele taktilistele kaartide tootmise meetoditele (Brittelli et al., 2018). Ka Eestis on võimalik abivahendikeskuse Silmalaegas kaudu tellida soovitud kohast kolmemõõtmeline taktiline kaart, mille mõõtkava on maksimaalselt 1:3100 (Silmalaegas abivahendikeskus, 2019). Küll aga on ühe kaardi hind võrdlemisi kõrge (45 eurot) ning kaardil on kujutatud vaid tänavavõrgustik ja hooned ning puuduvad selgitavad tekstid.

Käesolevas magistritöös kasutatakse taktilistele kaartide alusmaterjalina mikrokapsel- ehk paisupaberit. Selleks, et kaarte paisupaberile trükkida, on vaja traditsioonilist tindiprinterit ja taktilistele piltide võimendajat. Kõigepealt tuleb pilt trükkida spetsiaalsele paisupaberile, mis sisaldab väikeseid kemikaale täis kapsleid. Seejärel lastakse paisupaber läbi taktilistele piltide võimendaja, mis kuumutab paberi pinda ja paneb kemikaalid tööle (Brittelli et al., 2018). Paisupaber töötab põhimõttel, et must värv haarab endasse rohkem kuumust. Musta tindi all olevad kemikaalid kuumutatakse punktini, mis põhjustab kapslite laienemist ja see väljub kõrgendatud reljeefis (Harpo, 2019; Brittelli et al., 2018). Kõrguse tase, milleni graafilised elemendid võivad tõusta, varieerub. Elemendi asukoht, värvi intensiivsus ja suurus mõjutavad samuti neelatava kuumuse hulka – mida tumedam värv ja suurem graafiline element, seda rohkem kuumust neeldub ja seda enam tõuseb kõrgus. Asukoha mõistes on võimendus tugevam nendele elementidele, mis on paberi keskel. Lisaks võimendub vähem see paberi osa, mis esimesena taktilistele piltide võimendajasse siseneb. Seetõttu on raske saavutada paberi üleselt ühtlast kõrguse astet (Hashimoto ja Watanabe, 2016).

Paisupaber on õhuke ja kerge, seda saab lihtsasti kokku voltida ja kaasas kanda. Erinevalt 3D-trükist ning plastikule või alumiiniumile trükkimisest on paisupaberi trükk ka odavam. Siiski on paisupaberi puhul tegu materjaliga, mis ei ole ilmastikukindel ja kaardi väljanägemine võib aja jooksul degradeeruda (Jehoel et al., 2005; Lobben ja Lawrence, 2012). Jehoel et al. (2006) uurisid, millised materjalid on sobivamad taktilistele kaartide trükkimiseks. Teadlaste uuringust selgus, et just paisupaber on kaardikasutajate seas eelistatuim meetod. Kaardikasutajate sõnul oli seda lihtsaim kompida ning seda näitas ka katsetulemus, sest paisupaberile trükitud leppemärgid tunti kõige kiiremini ära.

Järjest enam tehakse ka audiotaktiliseid (*audio-tactile*) kaarte, mis kasutavad kaardi sisu edastamiseks nii häält kui ka kombitavat graafikat. See võimaldab edastada kaardil rohkem informatsiooni ning teeb kaardi kasutamise võimalikuks ka inimestele, kes ei oska punktikirja lugeda. Üks võimalus audiotaktilise kaardi loomiseks on taktilise kaardi peale panna nupud, mida vajutades edastatakse kaardilugejale heliline informatsioon. Samuti võib kasutada puuteekraane (*touchpad*), kus puutetundliku padja peale on asetatud taktiline kaart ja puudutades kindlaid punkte või alasid kaardil kostub heliline vaste selle punkti informatsiooni kohta (Papadopoulos et al., 2016).

2. Taktiilsete kaartide loomine

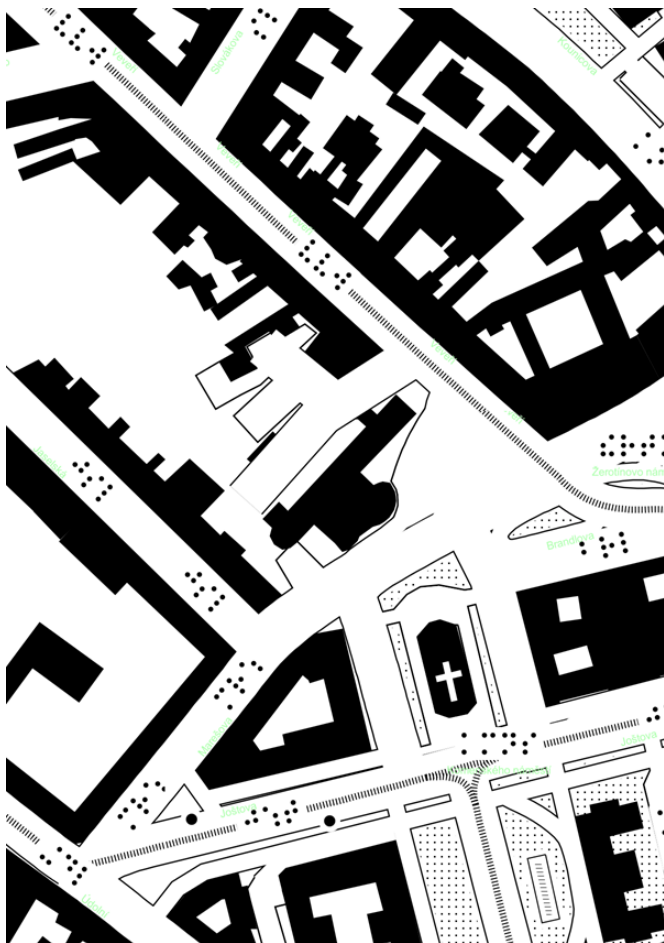
2.1 Taktiilsed kaardid erinevate autorite loomingus

Papadopoulou ja Karanikolase (2009) uurimistöö eesmärk oli koostada Thessaloniki kesklinna kujutav taktiline kaardikogumik, et pakkuda nägemispuudega inimestele vajalikku abi nende paremaks orienteerumiseks. Selleks valisid autorid välja kaardistatava ala ja nähtused, mõõtkava ning löid digitaalsetest kaartidest sobiva versiooni pimedate jaoks. Viimaks kontrollisid töö autorid kaheksa nägemispuudega inimese abil valminud kaartide kvaliteeti. Selleks paluti osalistel kõigepealt tutvuda kaardi legendiga ning selle sisu valjult ette lugeda. Seejärel uurisid osalised taktilist kaarti ning nimetasid kaardil tajutavaid nähtusi. Töö autorid tegid märkmeid nähtuste kohta, mis jäid märkamata või mida tõlgendati valesti. Lõpuks andsid osalised nõuandeid, mida nende meelest võiks kaartidel muuta ning tagasiside põhjal viidi kaardil sisse parandused. Töö tulemusena valmis taktiline kaardikogumik Thessaloniki kesklinnast, mis koosnes kaardi kasutamise juhendist ja legendist, A3 suuruses paisupaberile prinditud ülevaatekaardist (mõõtkavas 1:9500) ning kuuest detailsest kaardist mõõtkavas 1:2400 (joonis 2). Mõõtkava valikul lähtuti eesmärgist aidata nägemispuudega inimestel iseseisvamalt liigelda, mistõttu pidi mõõtkava olema piisavalt suur, et pakkuda orienteerumist hõlbustavat informatsiooni. Lisaks sooviti mugavuse ja kulude kokkuhoiu tõttu informatsiooni kuvada võimalikult vähestel kaardilehtedel, mistõttu ei saanud mõõtkava olla ka liialt detailne.



Joonis 2. Üks kuuest detailsest Thessaloniki kesklinna kaardist (Papadopoulos ja Karanikolas, 2009).

Červenka et al. (2016) tutvustavad oma uurimistöös taktiliseid kaarte kogu Tšehhi ulatuses. Kaardid on esitatud ühe kaardikihi avalikus kaardiportaalis mapy.cz. Kaardid põhinevad OpenStreetMapi (OSM) andmetel ning taktiliste kaartide loomiseks muudetakse visuaalne digitaalne kaardikiht automaatselt taktilise taju printsiipidega kooskõlas olevateks graafilisteks dokumentideks (joonis 3). Kaardi kasutaja saab otsingusse sisestada soovitud asukoha, millest ta kaarti soovib, valib kaardistatava ala suuruse ehk märgib, mitut kaardilehte ta soovib, ning lehekülj genereerib talle sobivad taktilised kaardid koos legendiga, mille kasutaja saab alla laadida. Kaarte saab alla laadida kolmes mõõtkavas: 1:1200, 1:37 000 ja 1:300 000. Kaardid on mõeldud printimiseks A4 suurusel paisupaberile ning trükkimiseks võib kasutada isiklikku taktiliste piltide võimendajat või paluda abi mõnelt asutuselt, kus on olemas vajalik riistvara. Käesoleva magistr töö kirjutamise ajal avaldas mapy.cz lehekülj taktilise kaardikihi ka kogu Euroopa ulatuses.



Joonis 3. Näidis kaardileht mapy.cz lehelt

Štampach ja Mulíčková (2016) arendasid välja taktiilsed kaardid Brno linnast. Kaartide loomiseks kasutati tarkvara ArcGIS ning Pythoni programmeerimiskeeles kirjutati mitmeid koodijuppe, mis valmistavad ette algallikast (Tšehhi riiklik kaardistusagentuur ČÚZK) pärinevad andmed, muudavad erinevaid kaardikihte, genereerivad kaardilehtede asetuse skeemi ja väljastavad kaardi lehed. Kaardilehed on A3 suurusel ning ühel lehel kujutatava kaardi mõõtkava on 1:2500. Kaardil kasutatavate leppemärkide loetavust testiti koostöös pimedatega. Nii Štampach ja Mulíčková (2016) kui ka Červenka et al. (2016) jälgisid, et Braille'i kirjad kaartidel oleks 7 millimeetrit laiad ning et iga kiri oleks tänava äärejoontest kolme millimeetri kaugusel ning generaliseerisid eelnevast tulenevalt kõik peamised tänavad 13 mm laiuseks. Vähem oluliste tänavate laiuseks generaliseeriti viis millimeetrit ning neile ei kuvatud nimesilte.

Nõudluspõhiselt taktiliseid kaarte pakkuv veebilehekülg on välja arendatud ka Ameerika Ühendriikides (LightHouse veebilehekülg, 2019). Kaardi tellimine käib telefoni teel ning kaart saadetakse teele järgneva kahe päeva jooksul. Küll aga on tegu väga ülevaatlike kaartidega, kus kujutatud on vaid tänavavõrgustik ja kasutaja poolt määratud aadress ning täpsemaks orienteerumiseks ei pruugi neist palju kasu olla. Jaapanis on välja töötatud lehekülg tmacs, mis on samuti OpenStreetMap andmete põhine automaatselt taktiliseid kaarte loov lehekülg. Lehekülje arendamisel tegid autorid koostööd pimedatega ning selleks, et hinnata, kui suureks abiks on kaardid liiklemisel, viisid autorid läbi eksperimendi, mille käigus tuli pimedatel kaardi abil läbida tee (Watanabe et al., 2014; Minatani et al., 2010).

Põhja-Ameerika Braille'i institutsioon on koostanud põhjaliku juhendi taktiliste kaartide väljatöötamiseks (BANA, 2010). Juhend annab nõu, milliseid standardeid taktiliste kaartide loomisel järgida, mida kaartidele kaasata, missuguseid leppemärke kasutada ja kuidas kaardikirju kuvada. Lobben ja Lawrence (2012) töötasid välja taktiliste kaartide jaoks sobivad leppemärgid (lisa 4). Leppemärkide kujundamisel lähtuti kirjandusest loetud soovitustest ning konsulteeriti ala ekspertidega. Väljatöötatud leppemärkide loetavust kontrolliti koostöös pimedatega. Lisaks loodi väljatöötatud leppemärke kasutades taktilised kaardid, mida pimedad ja nägemispuudega inimesed testisid. Kõigepealt tutvusid osalised kaardi ja selle legendiga ning seejärel läbisid teekonna, proovides meenutada kaardil kujutatut.

2.2 Taktiliste kaartide loomise ning kasutamisega seonduvad nõuded ja väljakutsed

Kombitav graafika on vahend, mis õpetab nägemispuudega inimestele graafilist informatsiooni, tõlkides selle graafilisest keelest puudutuse keelde (Gual-Ortí et al., 2015). Taktiliste kaartide kujundamisel ei tohiks eeldada, et klassikalise kartograafia teooria ja meetodid ei rakendu taktilistele kaartidele. Kartograafia vundament ei toetu vaid ühte tüüpi kaardile, vaid kartograafiline protsess võtab arvesse erinevaid kaardilugejate gruppe ja nende vajadusi, kaardi tüüpi, olemasolevaid andmeid ja kaardi loomise meetodit (Lobben, 2015). Kombitavad kaardid kasutavad informatsiooni edasiandmiseks üldiselt samasuguseid vahendeid kui tavakaardid, näiteks leppemärgid, kaardikirjad ja legend. Taktiliste kaartide kujundamisel peab siiski meeles

pidama, et kompimine on vähem täpsem taju kui nägemine, mistõttu peavad taktilised kaardid olema lihtsamad ja kuvama vähem informatsiooni kui tavakaardid (Gual-Ortí et al., 2015).

Taktiliste kaartide kujundamine on kartograafide mitmeid väljakutseid esitav ettevõtmine. Kasutajad soovivad, et taktilised kaardid oleksid täpsed, arusaadavad ja ilma liigse informatsioonita (Rowell ja Ungar, 2005). Kõigepealt tuleb vastavalt kaardi kasutamise vajadusele leida sobivaim tehnoloogia kaartide loomiseks (Červenka et al, 2016). Kartograafid peavad kaarte luues meeles pidama, et näpuotste eristamisvõime on väiksem kui silmadel ning kaardi sisu tuleb lihtsustada, generaliseerida ja klassifitseerida (Barouti ja Papadopolous, 2015). Tuleb leida sobiv hulk informatsiooni, mida kaardile jätta, ning jälgida, et kõikide kaardielementide suurus oleksid tajutavad ning leppemärgid hästi eristatavad (Barouti ja Papadopolous, 2015; Červenka et al, 2016; Rowell ja Ungar, 2005). Iga taktilise kaardiga peab kaasas olema ka legend, kus seletatakse kaardil kasutatud märgistiku tähendust. Legend tuuakse tavaliselt eraldiseisva lehele, sest kui see on toodud kaardiga samal lehel, võidakse arvata, et see on osa kaardi sisust (Edman, 1992).

Kaardi suurus ja mõõtkava sõltuvad erinevatest faktoritest, sealhulgas kaardil kujutatava ala suurus, soovitud detailsusaste, kaardi eesmärk ja punktikirja suurus (BANA, 2010; Edman, 1992). Orienteerumise eesmärgiga taktiliste kaartide mõõtkava peaks olema piisavalt suur, et pakkuda navigeerimist hõlbustavat informatsiooni. Lisaks peaks kaarti olema võimalik kokku voltida ning mugavalt kaasas kanda, mistõttu ei saa mõõtkava olla ka liialt detailne, kuna siis tuleb infot kuvada juba mitmel kaardilehel, mis ei ole kaasaskandmiseks mugav. Kaardil kujutatu võiks olla võimalikult tõepärane: objektide suurus, asukoht ja paiknemine teiste objektide suhtes peaks olema vastavuses olukorraga looduses (BANA, 2010; Papadopoulos ja Karanikolas, 2009).

2.2.1 Kaardil kujutatavad nähtused

Taktilised kaardid peaksid sisaldama peamiseid nähtusi nagu teed, tänavad, hooned, huvipakkuvad punktid, lisaks ka legendi ja suunaviita ning sildistama nähtused punktikirja abil (Zeng ja Weber, 2011). Lobben ja Lawrence (2012) viisid läbi uurimuse taktiliste kaartide tegijate seas, et selgitada välja kõige olulisemad ja kõige tihedamini kuvatavad nähtused

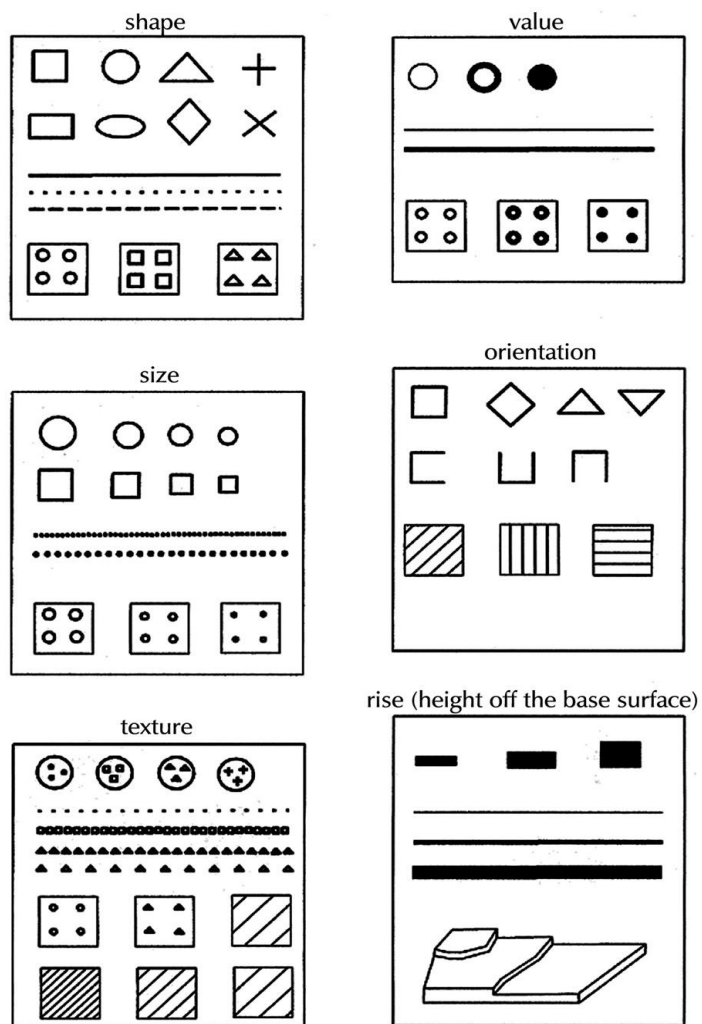
taktilsetel navigatsioonikaartidel. Olulisemateks peeti tänavaid, hooneid, treppe, sissepääse, veekogusid, ülekäiguradasid, taimkatet, suuna indikaatoreid, bussipeatusi ja ristmikke. Rowell ja Ungar (2005) toovad välja, et taktilised kaardid peaksid alati sisaldama suunaviidet, legendi ja pealkirja. Suunaviitena saab taktilsetel kaartidel kasutada põhjanoolt (joonis 2), aga ka kaardi pealkiri võib aidata lugejal paika panna, mis pidi tuleb kaart kätte võtta ning mis suunas see on orienteeritud (Tactile graphics veebilehekülg, 2019). Rowell ja Ungar (2003) on oma uurimistöös imestanud asjaolu üle, et taktilsete kaartide koostajad ei pea mõõtkava kajastamist kaardil oluliseks. Autorite sõnul on see väga üllatav, sest visuaalses kartograafias on mõõtkava üks olulisemaid kaardikomponente ning ilma selleta on võimatu tõlgendada, kuidas suhestuvad kaardil kujutatud vahemaad reaalseste kaugustega.

2.2.2 Leppemärgid ja nende eristamiseks kasutatavad muutujad

Kartograafid soovivad klassikalistel kaartidel näidata võimalikult palju olulist informatsiooni ning leppemärkide sisu eristatakse erinevate visuaalsete muutujate, nagu kuju, suurus, värvus, muster ja orienteeritus, abil. Taktilsetel kaartidel puudub võimalus kasutada värve ning toetuma peab ülejäänud muutujatele (Štampach ja Mulíčková, 2016).

Selleks, et taktilsetel kaartidel kasutatud leppemärgid oleks puudutuse abil loetavad, on oluline defineerida nende minimaalseimad laiused ja pikkused. Standardseid suuruseid aga tänaseni kehtestatud ei ole (Štampach ja Mulíčková, 2016). Põhja-Ameerika Braille'i institutsioon soovib punktobjektide vähimaks läbimõõduks kuus millimeetrit ning joonte paksus võib varieeruda vahemikus 0,7-2 mm (BANA, 2010, lisa 5). Lisaks tuleb institutsiooni soovitude kohaselt jälgida, et kahe objekti vahel oleks minimaalselt kolme millimeetri laiune „tühi puhver”, et objekte üksteisest paremini eristada. Jehoel et al. (2006) soovisid oma uurimistöö tulemusena leida vähima kombitava vahemaa kahe joone vahel ning optimaalseima kõrguse, milleni kaardielemente võiks tõsta. Katsete tulemusena leidsid autorid, et joonte vahe peaks olema vähemalt 1,3 mm ning üksikud jooned, mis on laiemad kui 2,2 mm, võidakse mõista topeltjoontena. Lisaks selgus, et kõrgusel oli selge mõju sooritusele: taktilised elemendid, mis olid kõrgemale kohrutatud, tuvastati kiiremini kui madalamad elemendid. Siiski võib kõrgemale tõstetud elemente edukalt tajuda juba vaid 0,2 millimeetrise kõrguse pealt (Jehoel et al., 2006).

Pindobjekte eristatakse taktilistel kaartidel erinevate tekstuuride abil, mis peavad üksteisest märgatavalt erinema. Tekstuuri intensiivsus aitab kaardi lugejal informatsiooni prioritseerida. Seetõttu kuvatakse kõige olulisem informatsioon kõige tugevamate tekstuuride abil. Valge tühi ruum erinevate pindade vahel ja siltide ümber võimendab tekstuuride vahelist kontrasti (Tactile Graphics veebilehekülg, 2019). Põhja Ameerika Braille'i institutsioon (BANA, 2010) on oma juhendis esitanud joonise, mida võiks järgida pindade tekstuuride valimisel (lisa 6). Lisaks saab taktilistel kaartidel kasutada kõrguse muutujat. See aga oleneb kaarditootmise meetodist, sest näiteks 3D-print ja termovorm võimaldavad kaardielemente tõsta erinevatele kõrgustele, paisupaber aga vaid ühele kõrgusele (Papadopoulos ja Karanikolas, 2009). Taktilistel kaartidel kasutatavad kuju, suuruse, tekstuuri, jämeduse, suuna ja kõrguse muutujad on toodud joonisel 4.



Joonis 4. Taktiliste leppemärkide esitamisel kasutatavad kombitavad muutujad (Papadopoulos, 2000, cit. Papadopoulos ja Karanikolas, 2009).

Mitmed autorid (Landau, 1999; Bentzen, 1996, cit. Papadopoulos ja Karanikolas, 2009, Rowell ja Ungar, 2005) toovad välja, et erinevad leppemärgid võiksid olla ka võimalikult intuitiivselt mõistetavad, et väheneks kasutaja vajadus nende tähendust legendist üle vaadata. Näiteks on Landau (1999) oma uurimuses kasutanud trepi kujutamiseks kolme üksteise peal asetsevat kahaneva suurusega riskülikut. Selline trepiastmetele sarnane kujutusviis on leppemärgi meeldejätmist hõlbustav. Lisaks rõhutab autor (Landau, 1999), et ühes dokumendis ei tohiks taktilsete leppemärkide arv ületada viitteist. Kuna lugeja peab leppemärkide tähenduse meelde jätma, on ebarealistlik ühele kaardile kuhjata liiga palju erinevaid leppemärke. Kui kasutatakse enam kui 15 leppemärki, peab legend olema rohkem kui üks leht ja tundmatute märkide tuvastamiseks kulub liialt aega ja energiat. Sarnane tulemus oli ka Rowelli ja Ungari (2003) uuringus, kus autorid uurisid taktilsete kaartide tegijate enimkasutatavaid tehnikaid, disaini eelistusi ning mida taolisi kaarte kujundades oluliseks peetakse. Taktilsete kaartide loojate sõnul kasutavad nad üldjuhul ühel kaardil 10-15 leppemärki, kusjuures punkt- ja joonleppemärkide suhe jaguneb pooleks. Kuna eristatavate tekstuuride arv taktilsetel kaartidel on limiteeritud, tuleb esitatud nähtuste sisu mõnikord generaliseerida. Näiteks grupeerisid Štampach ja Mulíčková (2016) Brno linna taktilsetelt kaartidel mõned maakatte kihid. Metsad, niidud, pargid ja aiad liigitati ühisesse kategooriasse “rohelised alad”. Autorid eristasid hooned kahte gruppi: kesklinna hooned, mida kuvatakse ühtsete hooneteplokkidena, ning eluasemed eeslinnades, mis on eristatud eraldiseisvate hoonetena.

2.2.3 Punktkiri

Teksti edastatakse taktilsetel kaartidel üldjuhul Braille'i punktkirja abil, mis on aga tavakirjast suurem ja kaarti koormav ning on seetõttu taktilsete kaartide loomise juures üks peamisi probleeme (Rowell ja Ungar, 2003). Kirjad peaks asetsema objektile, mille tähendust nad edasi kannavad, võimalikult lähedal ning ei tohiks üksteisega kattuda, mistõttu kasutatakse kaartidel tihtipeale punktkirja lühendeid. Kõikide kasutatud lühendite pikk versioon tuleb esitada legendis (Ungar et al., 1993; Edman, 1992). Papadopolous ja Karanikolas (2009) kasutasid oma taktilsel kaardil Thessaloniki kesklinnast lühendi varianti, kus igale tänavale vastab üks number, mida saab legendist üle vaadata. Červenka et al. (2016) väljatöötatud kombitavatel kaartidel on

tänavad sildistatud Braille'i kirjas kolme täheline lühendite abil. Väljakute nimed on esitatud nelja täheline lühendite abil. Kõik lühendid koos selgitusega nende täisnime kohta genereeritakse abifaili, mis on kaardi üks osa. Lisaks kasutasid autorid oma kaardil kaardikirjade edastamiseks kahte viisi: tava- ja punkt kirjas, et võimaldada koostööd nägijate ja pimedate vahel. Tšehhide tugikeskus erivajadustega õpilastele soovib taktiilsetel kaartidel Braille'i kirja suuruseks 24 pt (Štampach ja Muličková, 2016). Sama suurust soovib ka Põhja Ameerika Braille'i institutsioon ning lisab, et sildid tuleks paigutada 3-6 mm kaugusele teistest kaardielementidest (BANA, 2010).

2.2.4 Juurdepääs taktiilsetele kaartidele ning nende kasutamine

Väljakutseid esineb ka taktiilsete kaartide kasutamisega. Kuna taktiilsete kaartide tootmine on piiratud, ei kasuta nägemispuudega inimesed neid nii palju, kui nad vajaksid. Kättesaadavate taktiilsete kaartide vähesus tuleneb mitmest faktorist, sealhulgas tootjate vähesus, vaheldase ostuvõimega väike kasutajaskond, tootmise keerukus ja kulu ning liiga vähe õpetajaid, kes on selle valdkonnaga tuttavad (Lobben, 2005). Rowell ja Ungar (2005) analüüsisid oma uurimistöös vastuseid nägemispuudega inimestelt taktiilsete kaartide kasutamise kogemuste, eelistuste ja nõuete kohta. Töö tulemusena tõid autorid välja, et taktiilseid kaarte kasutatakse võrdlemisi harva nende vähesuse kättesaadavuse, halva kujunduse ja neil kuvatava ebapiisava informatsiooni tõttu või ei olda neist teadlikud. Uurimistöös selgus ka, et enamus pimeid inimesi sooviks ligipääsu kaartidele oma kodust ning et nad kasutavad taktiilseid kaarte pigem üldiseks orienteerumiseks, mitte ainsa navigeerimist aitava vahendina. Taolistel kaartide informatsiooniküllus ja keeruline graafika on mälule raske ülesanne ja pidev legendiga konsulteerimine takistab vahetut kaardi tõlgendamist (Barouti ja Papadopolous, 2015). Selleks, et taktiilseid kaarte hakataks pimedate seas laialdasemalt kasutama, peavad kasutajad neid eelkõige oluliseks pidama ning olema võimelised kaardil loetut ka õigesti tõlgendama. Viimane nõuab kas eelnevat kogemust taktiilsete kaartide kasutamisega või kannatlikkust, et vajalikud oskused omandada (Červenka et al., 2016).

3. Andmed ja metoodika

Nagu eelnevalt sõnastatud, oli magistritöö esmaseks eesmärgiks välja töötada lahendus taktilsete kaartide loomiseks, kasutades vabavara QGIS ja andmeid Maa-ameti hallatavast Eesti topograafilisest andmekogust (ETAK). Selleks anti töö 2. peatükis ülevaade taktilsetest kaartidest erinevate autorite loomingu ning tutvustati taktilsete kaartide loomise ja kasutamisega seonduvaid nõudeid ja väljakutseid. Lisaks tehti pidevalt koostööd kahe pimedaga (edaspidi eksperdid), kes andsid nõu, milliseid nähtusi kaardil tunda soovitakse, mis on tajutavad joonelaiused ning leppemärkide suurused, kuidas ja kui suurelt tuleks kuvada kaardikirju ning milliseid muid komponente peaksid kaardid sisaldama. Kokkusaamised ekspertidega toimusid 25.01.2019 ja 21.03.2019. Lisaks saadeti ekspertidele 2019. aasta veebruari-, märtsi- ja aprillikuu jooksul erinevaid versioone taktilsetest kaartidest, mille sisule ja kujundusele saadi tagasisidet nii telefoni kui ka kirjavahetuse teel (lisa 7). Lähtuvalt töö 2. peatükis esitatud kaartide näidetest, teemakohase kirjanduse analüüsist ning koostööst ekspertidega pandi kokku taktilsete kaartide koostamise spetsifikatsioon. Spetsifikatsioon on detailne plaan või kirjeldus selgitamaks, kuidas midagi tehakse („*specification*”, 2019).

Kaartide alusandmed pärinevad Eesti topograafilisest andmekogust. See on riigi infosüsteemi kuuluv andmekogu ja geoinfosüsteem, mille vektorandmetest toodetakse näiteks Eesti põhikaarti. Alates 2018. aasta 1. juulist on Eesti topograafilise andmekogu andmed kõigile tasuta allalaaditavad (Maa-ameti geoportaal, 2019). ETAK andmete uuendamine leiab aset stereo- ja välikaardistamise teel. Ruumiandmete digitaliseerimine toimub kindla reeglistiku järgi ning uuendatud andmestik peab vastama kindlale kvaliteedile. Maa-amet mõõdab andmestiku kvaliteedi hindamiseks järgmisi kvaliteedinäitajaid: täielikkus, asukohatäpsus, ajakohasus, loogiline õigsus ja atribuudidäpsus (Maa-amet, 2016). Niisiis on ETAK andmed vabalt kättesaadavad, uuenevad ning andmete uuendamisel lähtutakse kindlast reeglistikust ja kvaliteedikriteeriumitest. Lisaks kasutati Tallinna linnaga seotud avaandmeid koondavalt veebilehelt pärinevaid andmeid ühistranspordi peatuste ja marsruutide kohta (Tallinna avaandmed, 2019).

Alusandmetena kaaluti veel Tallinna aluskaardi avaandmeid ja vabalt alla laaditavaid andmeid OpenStreetMapi veebilehelt. Viimast on taktilsete kaartide loomiseks kasutanud ka erinevad

autorid (Červenka et al., 2016; LightHouse veebilehekülg, 2019; Watanabe et al., 2014), ent kuna käesolevas töös välja arendatavat lahendust taktiliste kaartide loomiseks on edaspidi plaan rakendada kogu Eestis, siis on nimetatud andmeallikad võrreldes ETAK andmetega ebasobilikumad. Tallinna aluskaardi andmestik piirneb vaid eelmainitud linnaga ning OpenStreetMapi andmestik on kogutud vabatahtlike poolt, mis tähendab, et andmete kvaliteet ja terviklikkus riigi erinevates piirkondades on ebakorrapärane. Suurlinnades, kus vabatahtlikke on rohkem, on andmed täpsed ja detailselt kaardistatud, ent vähemasutatud kohtades võib andmekvaliteet olla puudulik. Samuti seostub OSM andmekihtidega vähe metaandmeid ning kuna andmeid koguvad vabatahtlikud, ei saa tagada nende usaldusväärsust (Mandeno, 2017).

Kaartide töötlemiseks kasutati vabavara programmi QGIS (versioon 3.4.3). Programm on pidevalt arenev ja tasuta alla laetav ning võimaldab seeläbi väljatöötatud kaardifaile hiljem jagada teistelegi kaardimeistritele. Väljatöötatud lahenduse abil loodud taktilised kaardid trükiti Eesti Pimedate Raamatukogus paisupaberile, mis on üks tihedamini kasutatavaid ja nägemispuudega inimeste seas eelistatumaid taktiliste kaartide trükimeetodeid (Jehoel et al., 2006; Lobben, 2005; Rice et al., 2005). Lisaks on paisupaberitrükk võrreldes teiste meetoditega odavam ning kaarte on mugav kaasas kanda (Jehoel et al., 2005). Kuigi paisupaber on sobiv alusmaterjal käesolevas uurimustöös väljatöötatud kaartidele, sõltub taktiliste kaartide loomise tehnika teatud kogukonnas suuresti sellest, millisele meetodile parasjagu ligi pääsetakse (Lobben ja Lawrence, 2012). Ka käesolevas töös oli paisupaberile trükkimise meetodile parim juurdepääs, sest Eesti Pimedate Raamatukogul olid juba olemas sobivad paberid ning taktiliste piltide võimendaja (*Swell Form Graphics Machine*), mida eelmainitud paberile trükkimiseks vaja läheb.

Kaardikirjade esitamiseks kasutatakse taktilistel kaartidel nii Braille'i punkt kirja kui ka tavakirja. Braille'i punkt kiri on kohandatud erinevate maailma keeltega ning arvestab kindlale keelele iseloomulikke tähti (Hampshire, 1981). Nii on ka eesti keele täpitähtede jaoks leitud sobivad punktikombinatsioonid. Kahjuks ei ole eestikeelne Braille'i kirjasüsteem tasuta alla laetav, mistõttu tuli see asendada mõne teise keele punkt kirja kirjatüübiga. Eesti keele punkt kirja tähestikus kasutatud punktikombinatsioonidele sarnanevad enim saksa ja portugali keele Braille'i tähestikud, millest otsustati kasutada viimast. Kuna aga tajutav punkt kirja suurus on liialt suur, et kaartidel kuvada täispikkuses tänavanimed, tuli punkt kirjas tänavanimede esitamiseks kasutada lühendeid. Punkt kirja lühendite jaoks kasutati järgmist käsklust:

lower(left(replace("karto_nimi", array('õ', 'ö', 'ä', '!', ' '), array('ê', 'õ', 'ã', ' ', ' ')) , 3)), mis asendab ebasobivad täpitähed ja sümbolid sobilikega, käsib kaardil kuvatava Braille'i lühendi jaoks kasutada väikeseid tähti ning annab korralduse, et lühend peab koosnema tänavanime kolmest esimesest tähest. Punkti ja tühiku eiramine lühendis on oluline isikunimeliste tänavanimede puhul. Käskluse abil tagatakse, et näiteks A. H. Tammsaare nimelise tänava lühend on "AHT", mitte "A. ".

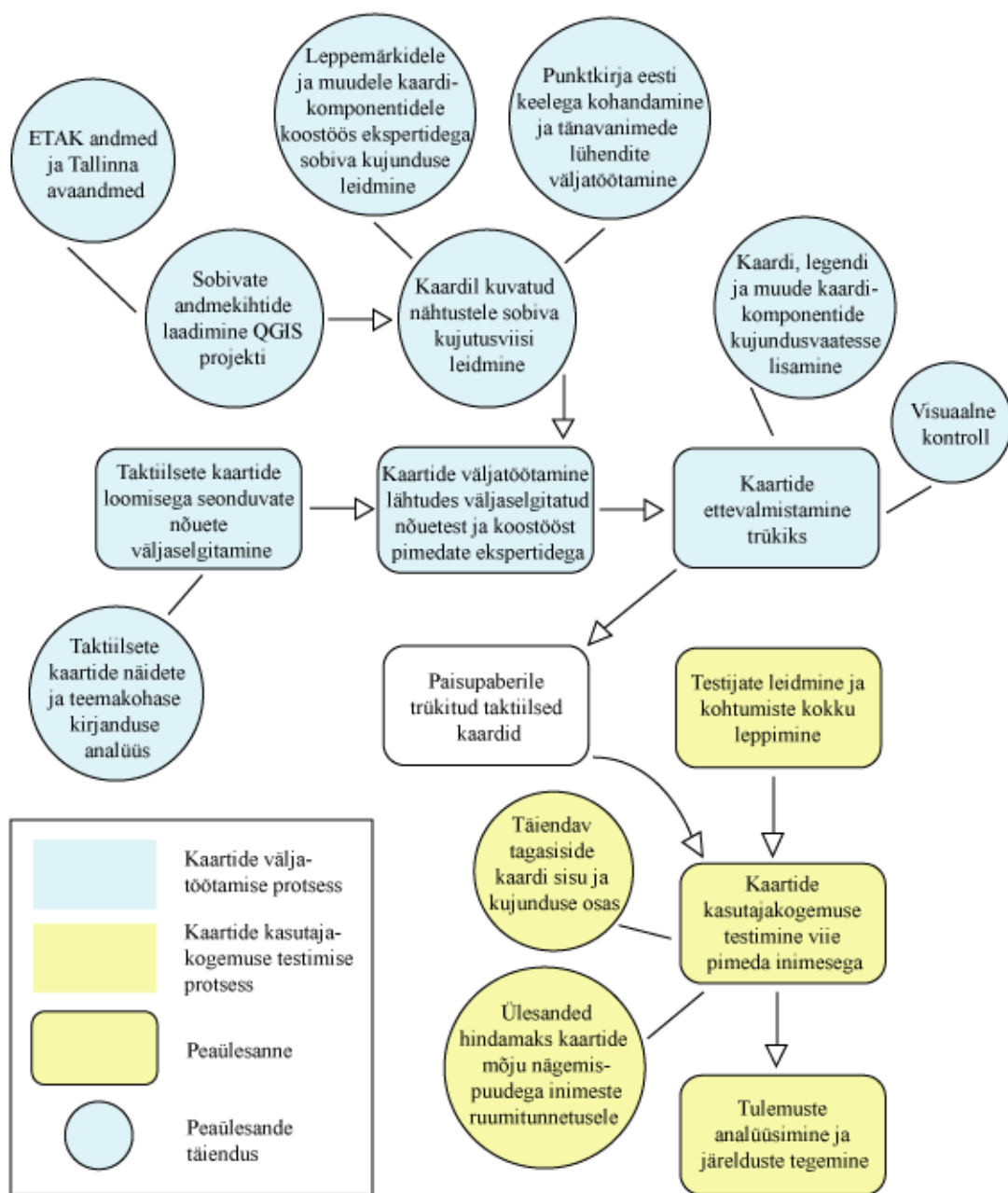
Magistritöö teise eesmärgina sooviti testida töö esimeses etapis väljatöötatud lahenduse abil loodud taktiliste kaartide mõju nägemispuudega inimeste ruumitunnetusele. Lisaks sooviti saada täiendavat tagasisidet kaardi sisu ja kujunduse osas. Sobiva metoodika valikul lähtuti erinevate autorite uurimistöödest (Papadopoulos ja Karanikolas, 2009; Štampach ja Mulíčková, 2016; Minatani et al., 2010; Lobben ja Lawrence, 2012). Kasutajakogemuse testimiseks kohtuti viie vabatahtliku pimedaga (edaspidi testijad), kellele esitati taktiliste kaartide põhjal neli ülesannet ning poolstruktureeritud intervjuuküsimused, millele paluti ülesannete täitmisega paralleelselt ja täitmisjärgselt vastata (lisa 8). Lisandväärtusena andsid testijad ülesannete täitmisel ka iseseisvalt tagasisidet. Testijatega kohtuti ajavahemikus 30.04.2019 – 3.05.2019 Tallinnas Põhja-Tallinna linnaosas Ristikheina kohvikus (Ristiku 57). Kohtumiste kestvus varieerus ühest tunnist 2,5 tunnini. Kokkusaamistel toimu salvestati nii GoPro kaameraga, et hilisemas analüüsis jälgida täpsemalt kompimisliigutusi, kui ka diktofoni abil ning transkribeeriti kirjalikult. Testijate anonüümsuse tagamiseks on nende nimed varjatud.

Testijad leiti mugavusvalimi põhimõttel Põhja-Eesti Pimedate Ühingu meililisti kaudu, kuhu käesoleva töö autor saatis üleskutse, millele reageeris seitse huvilist. Mugavusvalimi puhul toimub osalejate leidmine uurija jaoks lihtsasti kättesaadavatest, leitavatest ja koostöövalmitest huvialustest (Õunapuu, 2012). Sihtgrupi piiratud kättesaadavuse tõttu leiti, et nimetatud valim on sobivaim, sest sooviti tagada, et testijad on huvitatud ja valmis tegema koostööd. Kuna eksperimendis osalemise eelduseks oli eesti keele ning punktkirja lugemise oskus, osutasid sobivateks viis huvilist.

Testijad tutvusid kahe taktilise kaardiga, millest esimene kujutas Estonia puistee ümbrust Tallinna kesklinnas ning teine Kolde puistee ümbrust Põhja-Tallinnas. Testijatele esitati neli ülesannet, mille käigus neile:

- ulatati Tallinna kesklinna taktiline kaart, osutati Solarise keskuse ja Estonia kontserdimaja asukohale ning paluti leida Viru keskus;
- ulatati taktiline kaart piirkonnast Põhja-Tallinnas ning paluti leida bussipeatused Sõle tänaval;
- osutati nende käesolev asukoht kaardil ning paluti leida teekond Ristikheina kohvikust Sõle tänava idapoolsema teeserva bussipeatusesse;
- esitati ettepanek eelnevas ülesandes paika pandud teekond tänaval läbida

Magistritöö läbiviimise etapid on toodud joonisel 5.



Joonis 5. Töö läbiviimise etapid.

4. Tulemused ja arutelu

4.1 Kaartide väljatöötamine

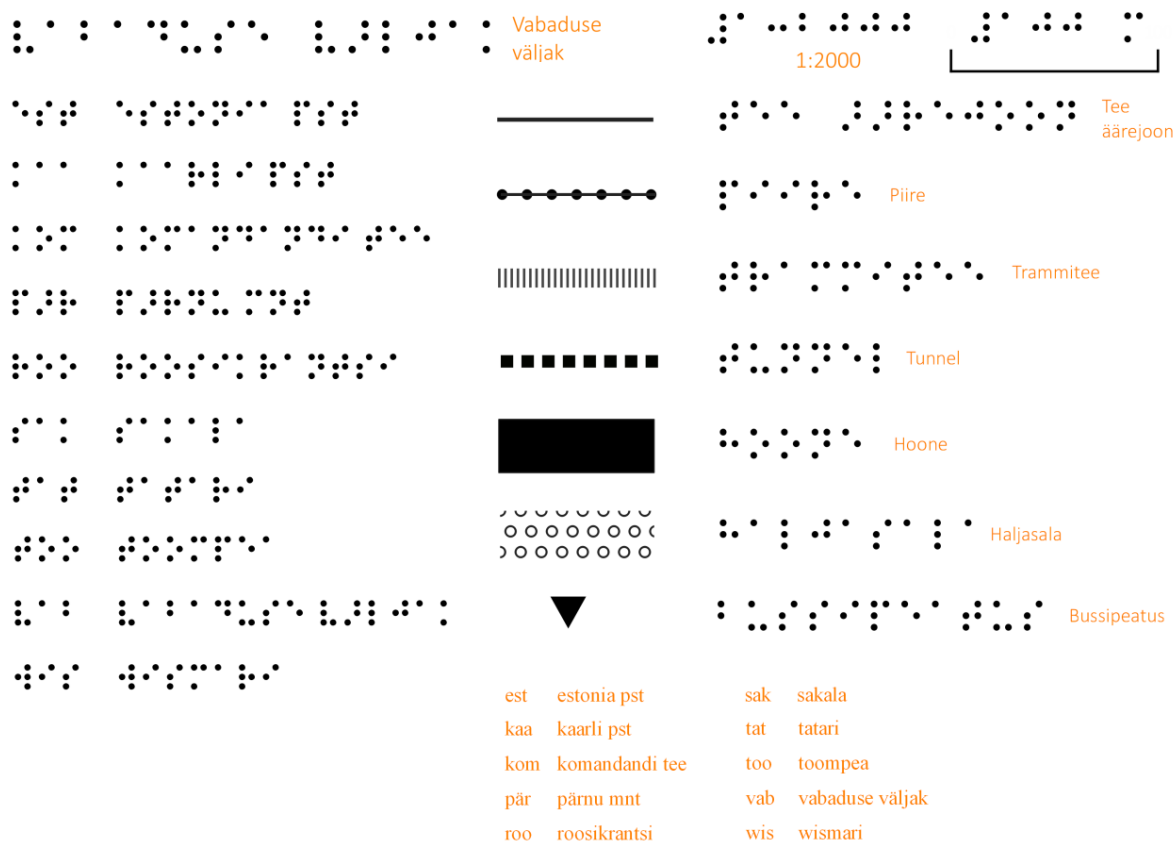
Selleks, et töötada välja lahendus taktilsete kaartide loomiseks, pandi taktilsete kaartide näidete, teemakohase kirjanduse analüüsi ning ekspertidega konsulteerimise põhjal kokku kaartide spetsifikatsioon, mille sisu tutvustatakse käesolevas peatükis. Spetsifikatsioonis määratletakse, kui suur peab olema taktilsete kaartide mõõtkava, milliseid nähtuseid kaartidel kuvatakse, missuguseid leppemärke kasutatakse ja mis on leppemärkide tajutavad suurused, kuidas tähistatakse kaardikirju ja milliseid muid komponente kaardid sisaldavad.

Kõik taktilsed kaardid koosnevad kahest lehest, millest esimesel on kaart (joonis 6) ning teisel lehel on legend selgitusega tänavanimede punktikirja lühendite ja kaardil kasutatud leppemärkide kohta (joonis 7). Lisaks on mõlemad kaardilehed täiendatud pealkirja ning arv- ja joonmõõtkavaga. Kaardi suurus ja mõõtkava sõltuvad erinevatest faktoritest nagu kaardil kujutatava ala suurus, soovitud detailsusaste ja kaardi eesmärk (BANA, 2010). Kuna käesolevas töös väljatöötatud kaartide üheks eesmärgiks on aidata nägemispuudega inimestel ka linnaruumis orienteeruda, peaks kaartide mõõtkava olema piisavalt suur, et pakkuda liiklemiseks vajalikku informatsiooni, ent piisavalt väike, et kaardi abil saaks arvestatava pikkusega teekonna läbida. Kaart ei tohiks olla ka liiga mitmel lehel ning seda peaks olema mugav kaasas kanda (BANA, 2010; Papadopoulos ja Karanikolas, 2009). Orienteerumise eesmärgiga taktilsete kaartide mõõtkavad on erinevate autorite loominguks varieerunud 1:1200 kuni 1:3100 (Papadopoulos ja Karanikolas, 2009; Štampach ja Mulíčková, 2016; Červenka et al., 2016; Silmalaegas abivahendikeskus, 2019). Käesoleva töö autor leidis koostöös ekspertidega mugavaima kaardi suuruse olevat A4 ning sellest tulenevalt valiti sobivaimaks mõõtkavaks 1:2000. Loodud taktilsete kaartide esimestel versioonidel (lisa 9) jäeti paisupaberi äärtesse paarisentimeetrine varu tühjust, ent kaartide trükkimisel selgus, et äärtes asuvad elemendid olid võrreldes ülejäänud kaardiosadega madalamad ning halvasti tajutavad. Taoline olukord oli tingitud asjaolust, et taktilsete piltide võimendaja toimib tugevamalt paberi keskel ning nõrgemalt selle äärtes (Hashimoto ja Watanabe, 2016), mistõttu otsustati jätta paisupaberi äärtesse piisav varu tühjust (viis sentimeetrit), et tagada kohrutatud elementide ühtlane kõrgustase.

Lobbeni ja Lawrence'i (2012) uurimusest selgus, et kõige olulisemad ja tihedamini kasutatavad nähtused orienteerumise hõlbustamiseks taktilistel kaartidel on tänavad, hooned, trepid, sissepääsud, veekogud, ülekäigurajad, taimkate, suuna indikaatorid, bussipeatused ja ristmikud. Zengi ja Weberi sõnul peaksid taktilised kaardid sisaldama peamiseid elemente nagu teed, tänavad, hooned ja huvipakkuvad punktid. Štampach ja Mulíčková (2016) kuvasid Brno linna taktilistel kaartidel järgmisi kihte: veekogud, hooned, maakate, raudteed, trammitreed, teed ja rajad, ühistranspordipeatused. Eelnevast tulenevalt otsustati Eesti topograafilisest andmekogust kasutada järgmisi kihte: hooned, tee, liikluskorralduslik rajatis, piire, rööbastee, meri, seisuveekogu, vooluveekogu, puittaimestik, lage ala, haritav maa ja muu kõlvik. Kuna eristatavate leppemärkide ja tekstuuride arv kaardil on limiteeritud (Štampach ja Mulíčková, 2016), grupeeriti kõik veekogudega seonduvad kihid ühisesse kategooriasse “veekogu” ning samuti otsustati lagedale alale, haritavale maale ning muule kõlvikule anda ühine nimetus “haljasala”. Ühistranspordi peatusi kajastavad andmed laeti alla .xml formaadis, viidi Microsoft Exceli abil .csv formaati ning lisati punktobjektidena QGIS projekti.



Joonis 6. Kaart Vabaduse väljaku ümbrusest.



Joonis 7. Vabaduse väljaku ümbrust kujutava kaardi legend.

4.1.1 Tänavad ja hoonestus

Tänavavõrgustik ning hoonestus on taktilistel kaartidel kõige olulisemad kujutatavad nähtused (Lobben ja Lawrence, 2012; Zeng ja Weber, 2011). ETAK andmetes saab teede- ja tänavavõrgustikku kajastavaid andmeid alla laadida kahel kujul: joontena, kus tänava keskelt jookseb üks telgjoon või pindadena, kus tänav on kujutatud kahe äärejoone abil, joonistuvad välja ohutusaared ning tänava laius on kooskõlas laiusega reaalsuses. Kaartide väljatöötamisel abiks olnud eksperdid leidsid, et äärejooned ja ohutusaared on nende jaoks olulised, sest annavad aimu tänava laiusest ning teiste objektide asukohast tänava äärejoonte suhtes. Seetõttu otsustati tänavaid taktiliselt kuvada pindade kujul. Sarnaselt on oma kaartidel tänavaid kujutanud teisedki autorid (Štampach ja Muličková, 2016; Červenka et al., 2016).

Tänavate äärejoonte laiuseks taktilistel kaartidel on üks millimeeter, mille tajumisega kaartide väljatöötamisel abiks olnud ekspertidel probleeme ei tekkinud. Štampach ja Muličková (2016) ning Červenka et al. (2016) on oma taktilistel kaartidel tänavate laiused generaliseerinud nii, et tänavade äärejoonte vahele mahuks punktikirja lühendid ning lisaks oleks äärtest kolm millimeetrit lisavaru. Käesolevas töös otsustati tänavate laiust mitte generaliseerida. Laiuste generaliseerimine küll soodustaks mõneti kaardi loetavust, aga see ka moonutab tegelikkust ning eksperdid leidsid, et kuna kaardid on orienteerumise eesmärgiga, siis võiksid ka tänavad olla reaalsusele võimalikult sarnased. Ka Põhja-Ameerika Braille'i institutsioon soovib erinevaid nähtusi taktilistel kaartidel edastada võimalikult sarnasena reaalsele olukorrale (BANA, 2010).

Hoonestust on taktilistel kaartidel kujutatud erinevalt: nii eraldiseisvate hoonetena kui ka generaliseeritud hooneteplokkidena (Štampach ja Muličková, 2016). Käesoleva töö autor ja eksperdid otsustasid hooneid kujutada esimesel viisil, et tagada kaardil kujutatu võimalikult suur sarnasus reaalsusele. Selleks, et liialt mitte suurendada kasutatavate leppemärkide arvu, otsustati hooneid mitte kategoriseerida ning kujutada kõik hooned ühiselt musta täitevärviga, mis põhjustab paisupaberil nende kõrgemale tõusmist. Lähtudes Põhja-Ameerika Braille'i institutsiooni (2010) soovitustest, loodi nii hoonete pindade kui ka tänavade äärejoonte ümber kolme millimeetri laiune tühi puhvertsoon, sest nii on erinevad objektid kaarti kompides üksteisest paremini eristatavad.

4.1.2 Kaardikirjad

Kõik kaardikirjad on kuvatud nii Braille'i kui ka nägijate kirjas, sest see soodustab pimedate ja nägijate vahelist koostööd orienteerumisel (Červenka et al., 2016). Käesolevas töös kaasa löönud eksperdid pidasid tänavate sildistamist punktikirja abil väga oluliseks ning tõid välja, et nendegi meelest võiksid kaardikirjad lisaks punktikirjale olla esitatud ka tavakirjas.

Nägijate kirjas on tänavad tähistatud suurusega 12 pt ning mustast erineva värviga selleks, et taktiliste piltide võimendaja ei kohrutaks seda tasapinnast kõrgemale. Štampach ja Muličková (2016) kasutasid Brno linna taktilistel kaartidel 24-punkti suurust Braille'i kirjalaadi ning samuti soovib nimetatud kirjasuuruse kasutamist ka Põhja-Ameerika Braille'i instituut (BANA,

2010). Ka käesoleva töö raames välja töötatud kaarte testinud eksperdid leidsid erinevate kirjasuuruste katsetamise tulemusena, et 24-punkti suurune kiri on sobiv ning selle lugemisega ei teki probleeme. Mainitud suurus on siiski liiga suur, et kaardil kuvada täispikkuses tänavanimed, mistõttu tuli kasutada lühendeid. Kõik lühendid ja nendele vastav täispikk tänavanimi on kuvatud legendis. Papadopolous ja Karanikolas (2009) kasutasid Thessaloniki kesklinna taktiilsetel kaartidel tänavate sildistamiseks numbreid, millele vastav tänavanimi tuli legendist üle vaadata. Taoline lühendite kasutamise viis väldib lühendite kordusi, ent nõuab pidevat konsulteerimist legendiga. Käesoleva uurimistöö raames kasutati sarnaselt Červenka et al. (2016) tähe- ja lühenditeid. Esimestel kaardiversioonidel koosnesid lühendid tänavanime kahest esimesest tähest (lisa 9), mis tekitas aga olukorra, kus lühendite tähekombinatsioonid võisid korduda. Seejärel otsustati kasutada lühendit, kus kuvatakse tänavanime kolm esimest tähte. Ka eksperdid eelistasid viimast varianti, sest kordused vähenesid ning olles teatud piirkonnaga tuttav, andsid juba nime kolm esimest tähte ekspertidele aimu, mis tänavaga on tegu ning lühendi pikka versiooni ei olnud vaja legendist üle vaadata.

Käesolevas töös otsustati tänavate laiust vastavalt Braille'i kirja suurusele mitte genereerida. Siiski tuli selleks, et punktkirja lühendid oleks teistest kaardielementidest eristatavad, need ümbritseda valge puhvriga. Algselt jäeti puhvri ääre ning punktkirja vahele ühe millimeetri laiune tühimik, ent ekspertide tagasisidest selgus, et see on liiga kitsas ning punktkiri ei tule seetõttu kaardil selgelt esile. Seetõttu otsustati edaspidi järgida Põhja-Ameerika Braille'i institutsiooni (BANA, 2010) soovitusi, mille kohaselt tuleks taktiilsetel kaartidel kuvatavad sildid paigutada 3-6 mm kaugusele teistest kaardielementidest ning puhvri ääre ja punktkirja vahele jäeti kolme millimeetri laiune tühimik. Tänavasildid koos nende taguse puhvriga paigutati tänavate suunaga paralleelselt ning kuna sildid on võrdlemisi suured ja katavad osa muust kaardil kujutatud infost, leiti, et kõiki tänavanimed tuleks kuvada ainult ühe korra, mistõttu seati QGIS projektis tingimuseks siltide korduste vältimine. Ka eksperdid olid selle lahendusega rahul ning leidsid, et tänava peal on üks silt piisav.

Lisaks tänavavõrgustikule ning hoonetele peeti kaartidel oluliseks kuvada ka piirdeid, trammi- ning raudteid, tunneleid, ühistranspordi peatusi, tähistada maakatet ja veekogusid. Kõik kaartidel kasutatud leppemärgid on välja toodud joonisel 8.



35

ekspertide tagasisidest selgus, et kriipsud on liiga lühikesed ning ei ole hästi tajutavad, mistõttu suurendati nende pikkust nelja millimeetrini. Tunnleid tähistatakse üksteisest viie millimeetri kaugusel asetsevate ruutude abil, mille ühe külje pikkus on kolm millimeetrit. Raudteede tähistamiseks kasutati tähist, kus vahelduvad pidevjoontega ääristatud kahe millimeetri laiused must ja valge ristkülik. Ühistranspordi peatused otsustati kaardile lisada alles kaartide arendamise lõppjärgus, ent kuna nägemispuudega inimesed kasutavad liiklemiseks tihti ühistransporti, peeti peatuste asukoha kuvamist oluliseks. Lisaks aitavad need sihtkohta jõudes enda asukohta kaardil paremini paika panna. Ühistranspordi peatused on tähistatud alaspidise kolmnurgaga ning selle suurus on kuus millimeetrit, mis on kooskõlas BANA (2010) soovitustega. Punkt- ja joonobjektide äärte ümber loodi kolme millimeetri laiune puhver, et soodustada märkide üksteisest eristamist ja kaardi lugemist.

Mitmed autorid (Landau, 1999; Bentzen, 1996, cit. Papadopoulos ja Karanikolas, 2009; Rowell ja Ungar, 2005) toovad välja, et taktiilsetel kaartidel kasutatavad leppemärgid võiksid olla ka võimalikult intuiitiivselt mõistetavad, et väheneks kasutaja vajadus nende tähendust legendist üle vaadata. Seda nõuannet järgiti ka pinnakatet tähistavate leppemärkide tähistamisel. Idee tähistada pinnakatet erinevatel viisidel tärkas kaartide väljatöötamise protsessi käigus. Koostöös ekspertidega leiti, et pinnakate annab ümbruskonnast rohkem aimu ning lisaks aitab mustiline ümbrus eristada teedevõrgustikku. Pinnakatte tekstuuride valikul lähtuti ka Põhja-Ameerika Braille'i instituudi soovitustest (BANA, 2010).

Puittaimestikku tähistavad väikesed seest tühjad kolmnurgad, mis kaardi kasutajale võiksid seostuda kuusepuuga. Veekogud tähistati horisontaalsete paralleelsete sirgetega, sümboliseerides rahulikke merelaineid. Lage ala, haritav maa ning muu kõlvik grupeeriti kategooriasse „haljasala” ning kuvati ühise leppemärgiga. Štampach ja Mulíčková (2016) ning Červenka et al. (2016) on rohelisi alasid tähistanud väikeste täppidega. Töö autori meelest sarnaneb selline tähistus Braille'i punktkirjaga ning võib seetõttu tekitada kaardi kasutajates segadust. Siiski saadi inspiratsiooni Štampach ja Mulíčková (2016) tühja maad (*other open area*) kujutavast leppemärgist ja lähtuti ka Braille'i instituudi soovitustest (lisa 6) ning haljasala otsustati kujutada väikeste seest tühjade ringidena.

Kõik valitud leppemärgid said ekspertide heakskiidu, kes kinnitasid, et märgid on üksteisest eristatavad, piisavalt suured ning sõrmedega hästi tajutavad.

4.1.4 Muud kaardi komponendid

Iga kaardi ülaosas on pealkiri, mis kajastab kaardil kujutatud piirkonda. Arutluses ekspertidega jõuti järeldusele, et eraldi viita põhjasuunale ei ole vaja, sest on teada, et kõik neile tehtavad kaardid on põhjasuunalised ning pealkiri, mis asub alati kaardi ülemises vasakus servas, annab aimu, mis pidi kaart tuleks kätte võtta.

Lisaks on kaardi ülaosas nii arv- kui ka joonmõõtkava. Šveitsi ja Itaaliat kujutavatel taktilistel kaartidel (lisa 1 ja 2) on joonmõõtkava kujutatud ühe horisontaalse kriipsuga, mille otstes ja keskel on väikesed vertikaalkriipsud. Käesolevas töös otsustati joonmõõtkava kujutada sarnaselt, ent kujutati vaid horisontaaljoone otstes olevaid vertikaalkriipse. Vertikaalkriipsude vahe vastab reaalsuses sajale meetrile. Rowelli ja Ungari uurimusest (2003) selgus, et taktiliste kaartide koostajad ei pea joonmõõtkava olemasolu oluliseks. Sarnasel arvamusel olid käesolevas töös kaasa löönud eksperdid, kellele joonmõõtkava kasutamine oli segadust tekitav. Põhjus võib peituda asjaolus, et eksperdid ei olnud joonmõõtkavaga varem kokku puutunud, mistõttu on selle kasutamine veel harjumatu. Sellest olenemata otsustas töö autor joonmõõtkava kaartidele siiski jätta, sest selle abil on võimalik tõlgendada kaardil kujutatud vahemaade pikkust reaalsuses.

4.2 Väljatöötatud kaartide kasutajakogemuse testimine

Kaartide kasutajakogemust testis viis nägemispuudega inimest, kellest kolm olid meessoost ning kaks naissoost. Viiest testijast kolm olid oma nägemise täielikult kaotanud, üks nägi veel valgust ja üks testija nägi lisaks valgusele ka mõningaid värve. Üks nägemise täielikult kaotanud testijatest oli pime sünnist saati, teised olid nägemise kaotanud lapsepõlves. Kõik testijad olid taktiliste kaartidega mõningal määral varasemalt kokku puutunud. Testija A oli nii kooliõpingute ajal kui ka hilisemas elus puutunud kokku erinevate geograafiat õpetavate ja orienteerumist hõlbustavate taktiliste kaartidega, hoonete plaanidega ja 3D-kaartidega ning on oma sõnul sellest teemast väga huvitatud. Testija C oli samuti kokku puutunud eelmainitud taktiliste kaartide versioonidega ning lisaks olnud konsultandiks taktiliste kaartide ja kombitavate hoonete mudelite väljatöötamisel. Testijad D ja E olid samuti taoliste kaartidega puutunud kokku õpingute käigus, eelkõige geograafiatundides. Testija B sõnul temal kogemus taolistega kaartidega puudus, ent oli lapsena uurinud riikide piire kujutavaid taktiliseid kaarte.

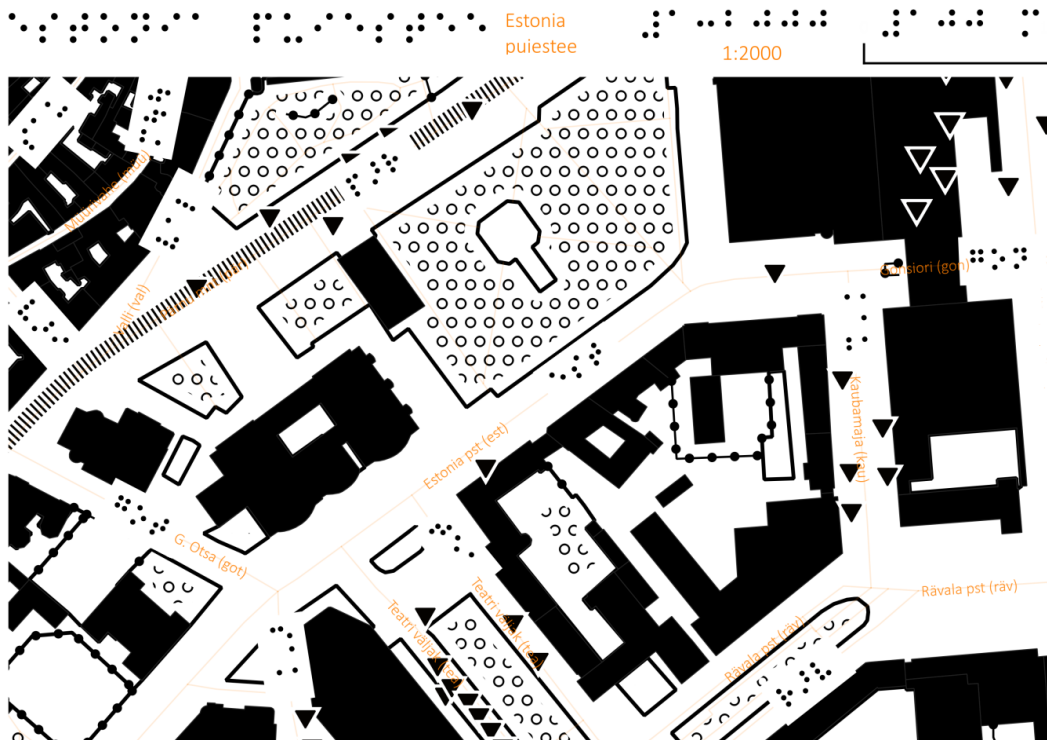
Igapäevaste liikumisharjumuste poolest olid testijad erinevad. Testija A liigub igapäevaselt võimalikult palju iseseisvalt, kasutades abivahendina vaid valget keppi. Uude kohta reisides kasutab ta mõnikord GPS-tehnoloogiat ning pikemate teekondade läbimiseks kasutab ühistransporti. Enamasti proovib testija A siiski oma mälu treenida ja võimalikult palju sõltumatult liigelda. Ülejäänud testijad kasutavad enda sõnul valget keppi ainsa liiklemist hõlbustava abivahendina vaid selgeks õpitud marsruutidel, mida igapäevaselt läbivad. Testijad B, C ja E ütlesid, et kasutavad tihtipeale ka nägijast saatja abi. Pikemate marsruutide läbimiseks kasutavad testijad B, D ja E nii ühistransporti kui ka taksoteenust ning testija C-l on abiline, kes saab teda soovitud sihtkohtadesse autoga viia. Ükski testijatest ei kasuta juhtkoera abi.

4.2.1 Tutvumine tuttavat piirkonda kujutava kaardiga

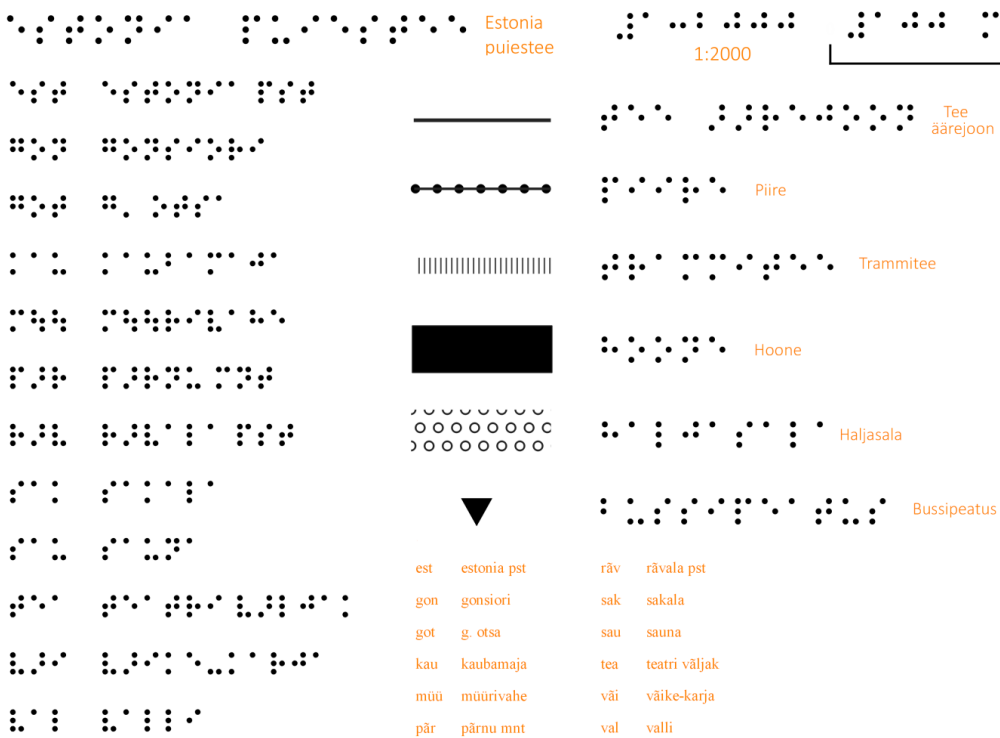
Kaartide testimiseks paluti vabatahtlikel täita erinevaid ülesanded, millest esimene oli tuttavas piirkonnas õige hoone leidmine. Tuntud piirkonnaks valiti Tallinna kesklinn, sest see oli tõenäoliselt kõigile testijatele suuremal või vähemal määral tuttav. Uuritavaks piirkonnaks kaaluti ka Põhja-Eesti Pimedate Ühingu hoone ümbrust, ent selle piirkonnaga on mõni väga vähe tuttav, teine aga väga palju. Testijatele osutati kaardil Solarise keskuse ja Estonia kontserdimaja

asukoht ning paluti leida Viru keskus. Ülesande eesmärk oli kontrollida, kas ja kuidas suudab pime seostada oma olemasolevat mentaalset kaarti taktilise kaardiga.

Kuna kaart Estonia puistee ümbrusest (joonis 9) oli esimene taktiline kaart, millega testijad kokku puutusid, anti neile kõigepealt aega kaardi ja selle legendiga (joonis 10) tutvuda. Esmalt tutvuti legendiga, mille sisu käesoleva töö autor testijatele seletas. Kaart ulatati neile kätte õiges suunas ning kõik testijad alustasid kaardi uurimist pealkirjast. Edasi loeti valjult mõõtkavade sisu ning seejärel liiguti ülejäänud osade juurde. Kaardi legend on esitatud kahes tulbas, millest esimeses on tänavanimede lühendid ning teises kaardil kasutatud leppemärkide seletused. Testijad tahtsid legendi sisu lugeda järjest: kõigepealt loeti esimene tänavanimi ning seejärel liiguti koheselt leppemärkide tulba juurde, mistõttu vajas legendi ülesehitus mõningat selgitamist. Üldiselt uuriti legendi sisu põhjalikult – tutvuti tänavanimedega ning tehti endale selgeks kaardil kasutatavad leppemärgid. Testijate punktkirja lugemiskiirus oli erinev ning mõne testija näpud libisesid punktkirja märkidel väga kiiresti, teised aga vajasid lugemiseks rohkem aega ning töötlesid saadud infot kauem läbi. Siiski nentisid kõik testijad, et Braille'i kirja suurused on lugemiseks piisavalt suured. Testija A sõnul on kaartidel kasutatav kirjasuurus standard, millest suuremat või väiksemat oleks raske lugeda.



Joonis 9. Kaart Estonia puistest ümbrusest.



Joonis 10. Estonia puistest ümbrust kujutava kaardi legend.

Kui kõik testijad olid legendiga piisavalt tutvunud, ulatati neile kaart. Testijatel oli kaarti uurides sellel kasutatavate leppemärkide ja tänavanimede lühendite tähendust võimalik pidevalt legendist järgi kontrollida (joonis 11). Kaarti kombiti erinevalt: mõni libistas sõrmed kõikjal üle kaardi, et haarata korraga kogu kaardil kujutatud informatsiooni, teine uuris kaarti ülima põhjalikkusega, keskendudes igale väikesele detailile. Pilt joonisel 9 kujutatud kombitavast kaardist on toodud lisas 10.



Joonis 11. Testija tutvumas Tallinna kesklinna kaardiga.

Olles kaardiga piisavalt tutvunud, osutati testijatele Solarise keskuse ja Estonia kontserdimaja asukoht ning paluti leida Viru keskus. Selle ülesande täitis väga kiirelt ja vigadeta vaid testija A, kes võrdluspunktid teada saades hakkas teadlikult liikuma mööda Estonia puisteed, tundis haljasala Viru keskuse ees ning osutas enesekindlalt õigele hoonele. Lisaks näitas ta, millise nurga peal asub Hesburger, kus Kaubamaja ja kus trollipeatused ning aimas ka, kust võiks pääseda Viru keskuse bussiterminali. Testija A erakordselt hea ülesande sooritus võis tuleneda asjaolust, et ta on varasemalt taoliste kaartidega palju kokku puutunud. Lisaks oli testija A teiste testijatega võrreldes igapäevaelus liiklemisel iseseisvam, mistõttu võib eeldada, et ta oli kesklinna piirkonnaga ka rohkem tuttav.

Testija B teadis, et Viru keskus asub Solarisele ja Estoniale väga lähedal ning tema liigutustest oli näha, et ta proovis ennast seal asukohas ette kujutada ning mõista, mis suunas tuleks kaardil liikuma hakata. Testija B teadis ka, et kaardil kujutatud suur haljasala on Tammsaare park, ent õige suuna leidmisel oli natuke segaduses. Siiski jätkas testija B kaardi kompimist ning mõne aja möödudes leidis kaardil Viru keskuse asukoha.

Ka testija D oli algul õige suuna leidmisel eksiteel ning kompis kaardi erinevaid osasid. Testija D teadis, et tegu peaks olema suur hoonega, ent esmalt pakkus ta Viru keskuse olevat Solarise keskuse lähedal asuv kortermaja. Lõpuks leidis testija D õige hoone siiski üles. Testija D puhul oli näha, et proovis enda peas panna kokku suuremat pilti ning uuris, kuhu suunas kaardilt võiks jääda Narva maantee ja Tuukri tänav. Samuti nentis testija D, et arvas end kesklinna piirkonnaga tuttav olevat, ent kaarti uurides selgus, et mitte nii palju, kui ta eeldas.

Testija C liikus ülesannet kuuldes sõrmedega kõigepealt põhja poole ning pakkus, et Viru keskus võiks jääda sinna suunas. Nimesilte kompides aimas ta, et tegu on juba vanalinna algusega ning sai aru, et on liikunud vales suunas ning teadis, kuhu poole Viru keskus tegelikult jääb. Kuigi edasi liikus testija C näppudega õiges suunas, hajus tema tähelepanu ülejäänud kaardikomponentide uurimise tõttu ning Viru keskust ta ei leidnud. Testijat ajas segadusse asjaolu, et tema teadmiste järgi Pärnu maantee ja Estonia puiestee ristuvad, mis on tõesti nii Vabaduse väljakul, ent käesoleva kaardi ulatuses on nad hoopis paralleelsed. Hiljem kaardil Viru keskust kompides arvas testija C, et tegu võib olla Tallink City hotelliga, mis asub keskusest üle tee, ent kaardil kuvatud ei ole. Kuuldes, et tegu on hoopis Viru keskusega, teadis testija ka, et keskus on ühendatud Kaubamajaga. Testija C ülesande sooritus näitas, et ta on kesklinna piirkonna ja sealsete hoonetega siiski tuttav, ent testijal oli keeruline oma olemasolevat mentaalset pilti seostada taktilise kaardiga.

Testija E-l oli kaardil kujutatud piirkonnast hea arusaam ja satub sinna enda sõnul tihti. Ta teadis täpselt, mis tänavad seal piirkonnas asuvad, et Pärnu maantee jookseb edela suunas ja missugused ühistranspordipeatused kuskil paiknevad. Olles saanud ülesande leida kaardil Viru keskuse asukoht, lausus testija E: „*Viru keskus jääb ikkagi natuke põhja poole, aga mitte väga kaugele. Vanalinna ta ei jää.*” Algul hakkas testija kaarti siiski uurima valest suunast ning kompis mõnda aega kaardi kõiki osasid, aga olles kaardilt leidnud enda jaoks tuttava Tammsaare pargi, leidis ta ka Viru keskuse ning hüüatas: „*Viru keskus on nii suur kohe!*”

Antud ülesande sooritustulemused näitasid, et isegi kui pime on mingi kohaga piisavalt tuttav, on kohati raske suhestada end kaardil kujutatuga. Tulemus võib johtuda ka asjaolust, et Estonia puiestee ümbrust kujutav kaart oli esimene taoline taktiline kaart, millega testijad tutvusid, mistõttu võis olla algul raske suhestuda kaardi mõõtkavaga ning energiat kulutati leppemärkide

mõistmisele ja meeldejätmisele. Siiski pakub taktiline kaart pimedatele uut informatsiooni hoonete suuruse, asukoha ning kaardil kujutatud ümbruskonna osas.

4.2.2 Tutvumine tundmatut piirkonda kujutava kaardiga

Järgmiste ülesannete sooritamiseks soovis käesoleva töö autor kasutada kaarti piirkonnast, mida testijad hästi ei tunne ning sobivaks osutus joonisel 12 kujutatud ala Põhja-Tallinnas. Tegu on era- ja kortermajade piirkonnaga, mis asub kesklinnast veidi eemal ja kuhu nägemispuudega inimesed igapäevaselt ei satu. Testijatele tundmatu ala sooviti valida selleks, et testijad ei saaks neile esitatud ülesandeid sooritada mälu ja varasemate kogemuste põhjal. Ala valikul tuli silmas pidada, et see oleks pimedatele jala, ühistranspordiga või mõnel muul viisil ligipääsetav ning eelmainitud piirkond Põhja-Tallinnas seda oli. Kuna töö autoril puudus varasem kokkupuude nägemispuudega inimeste saatjana, leiti, et on ohutum valida rahulikum piirkond linnas, vältimaks ohtlikesse olukordadesse sattumist. Testija A oli enda sõnul sinna kanti ka varasemalt sattunud. Teistest testijatest ütlesid kaks, et on seal piirkonnas bussiga sõitnud, ülejäänud kaks ei olnud kandiga üldse tuttavad.

Testijatele anti aega kaardi ja legendiga (joonis 13) tutvumiseks ning esimese ülesandena paluti neil leida Sõle tänaval asuvad bussipeatused. Sellega sooviti kontrollida, kas testijate jaoks on arusaadav tänavanimede esitusviis, kas nad suudavad tänavanimede siltidest lähtuvalt jälgida tänavate suunda ning kas ühistranspordipeatused sümboliseerivad märgid on kaardil märgatavad. Testija A täitis ülesande väga kiiresti ning sõnas: „*Sõle tänav on suur tänav, peaks olema loode-kagu suunaline.*” Testija A jälgis tänavate joonte suunda, tänavanimede lühendeid ning leidis seeläbi kiirelt nii Sõle tänava kui ka sellel asuvad bussipeatused. Küll aga mainis testija A, et nii laial tänaval kui Sõle tänav kipub ta tänava kulgemissuuna leidmisel segadusse sattuma, sest tänavajoonte suur vahe ei mahu korraga ühe sõrmeotsa alla. Testijatel B, C ja D puudus varasem ettekujutus sellest piirkonnast, mistõttu oli Sõle tänava leidmine nende jaoks lihtsalt ühe tundmatu tänava leidmine, ent kui leiti tänav, leiti ka bussipeatused. Testija D-d üllatas Sõle tänava laius: „*Oi, kas see kõik on siin Sõle tänav või? See on päris suur.*” Testijal E oli ülesande täitmisega mõningaid raskusi, sest ta aimas küll, mis suunaline võiks Sõle tänav olla, ent kuna kaardil on Sõle võrreldes teiste tänavatega laiem, ei leidnud testija tänava õiget suunda ning tema tähelepanu ülesande täitmisel hajus. Bussipeatusi otsides ajas testija

bussipeatuse leppemärgid tihti segamini mõne hoonega, ent mõne aja möödudes leidis testija E mõlemad peatused siiski üles.

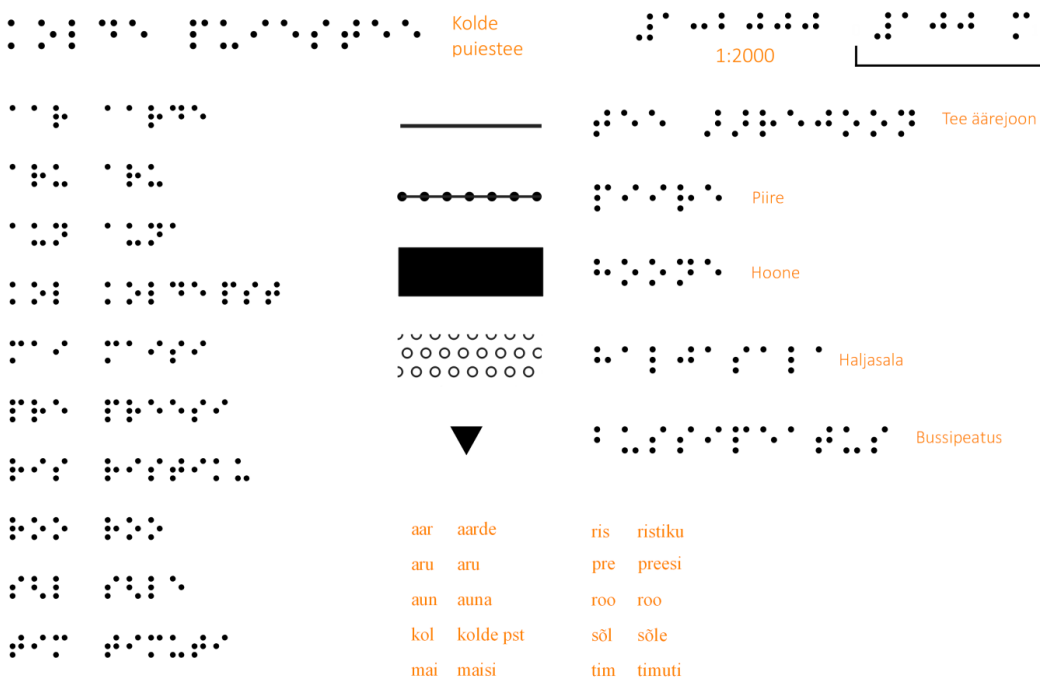
Olles leidnud bussipeatused, osutati testijatele nende asukoht kaardil ja paluti leida teekond nende asukohast Ristikheina kohvikus Sõle tänava idapoolsema teeserva bussipeatusesse. Selle ülesandega sooviti kontrollida, kas testijad oskavad jälgida tänavate kulgu ja mõistavad, milliseid trajektoore mööda saab liikuda ning kas nende valitud trajektoor on marsruudi läbimiseks kõige parem lahendus. Teekonna läbimiseks on mitmeid võimalusi ning lühemate võimalike trajektooride pikkuseks on ligikaudu 550 meetrit.

Testija A hakkas ülesande kuulmisel kiirelt kaarti kompima ning sõnas: „*See ei tohiks olla väga raske, lihtsalt sealt Kolde teest pikalt ja siis tuleb keerata.*” Testija A pakkus erinevaid variante, kuidas teed saaks läbida ja mainis, et teele jääb veel teisigi bussipeatusi ning lõplikuks trajektoorigi valis kohvikust väljudes liikuda mööda Ristiku tänavat Kolde puisteeni, kus tuleb ületada tee ning pöörata vasakule. Kolde puistee lõppu jõudes tuleb keerata paremale ja sealt suunduda bussipeatusesse. Lisaks kasutas testija A tee mõõtmiseks ka joonmõõtkava – võttis sõrmede vahele joonmõõtkava laiuse ja mõõtis selle abil Kolde puistee pikkust: „*See võiks olla mingi 300 meetrit.*”

Testija B jälgis trajektoori valikul tänavate kulgu, mõistis, kuidas need keeravad ja leidis probleemideta kohviku ja bussipeatuse vahelise teekonna. Kui testija B sai teada, et tal tuleb kaardi põhjal ka leitud teekond läbida, kompis ta kaardi sisu veel korduvalt üle ning jättis meelde, millal peab pöörama paremale, millal vasakule. Enne iga pööramise suuna valikut mõtles testija B mõnda aega ning oli näha, et proovis end sarnaselt Viru keskuse leidmise ülesandega teatud asukohas ette kujutada ja kaardiga suhestuda. Olles oma valitud trajektoori korduvalt üle korranud, lausus testija B: „*Minu arvutuste järgi me läheme välja ja keerame vasakule. Siis tuleb teine tänav vastu ja keerame paremale. Siis jälle vasakule, siis pikk tee ja siis keerame paremale. /.../ Oh, päris huvitav.*”



Joonis 12. Kaart Kolde puistee ümbrusest.



Joonis 13. Kolde puistee ümbrust kujutava kaardi legend.

Testija C hakkas ülesannet kuulnuna kaarti kompima ning lausus mõne aja möödudes: „*Ma ütlesin niimoodi, et ma ei tea, missuguses korras need tänavad on. Et põhimõtteliselt ma üksi ei julgeks väga minna. Enne ma tahan teada saada, kas on kõnnitee ja kui on kõnnitee, siis kui lai ta on ja kas ta on mõlemal pool teed. Tavaliselt on selliste väikeste majade vahel need teed suhteliselt halvas korras ja neil võivad puududa kõnniteed.*” Seetõttu valis testija C oma trajektoori liikuda mööda Ristiku tänavat kuni see ristub Kolde puistestega ning mööda seda teed bussipeatusesse. Lisaks näitas testija C, kuidas saaks teed läbida ka Timuti ja Roo tänavat mööda, aga nentis, et kuna ta ei tea, missuguses korras need tänavad on, siis teekonna läbimisel ta seda variant ei eelistaks.

Testija D-1 oli trajektoori leidmisel algul mõningaid raskusi, sest kaotas kaardil korduvalt kohviku asukoha ning oli segaduses kohas, kus lõpeb Roo tänavaga ristuv Timuti tänav. Seal eksis testija D teed otsides sõrmedega hoonetesse ja mõtles pikalt, kas edasi liikumiseks tuleb keerata paremale või vasakule. Ent edasisel ülesande täitmisel sai testija D aru, et Kolde puisteele jõudes peab keerama läände ehk vasakule ja selle lõppu jõudes paremale. Enne teekonna läbimist tänaval, kordas testija D trajektoori veel kaardil üle ning küsis, kus asub kohviku uks. Kuuldes, et see asub tänava nurgal, teadis, et välja jõudes tuleb keerata vasakule. Lisaks kasutas testija D ka joonmõõtkava teekonna pikkuse mõõtmiseks. Testija jättis meelde, mitu sõrme mahub 100 meetri sisse ja mõõtis selle abil tänavate pikkust. Peale mitmekordset teekonna läbi kordamist lausus testija D: „*Nojah, nüüd see hakkab selgeks saama, nagu teoreetiliselt. Aga kui mõni teine koht võtta...*” Testija E-1 tee leidmisega probleeme ei tekkinud. Ta jälgis näpuga korralikult tänavaid ja teadis, mis suunas edasi liikuda. Testija E valis läbitavaks trajektoori samuti Timuti, Roo ja Kolde puistee suuna.

Teise ja kolmanda ülesande sooritusel võib lugeda üldiselt õnnestunuks. Testijate jaoks oli arusaadav tänavanimede esitusviis, nad märkasid ühistranspordipeatust sümboliseerivaid märke ning kust on võimalik liikuda ja kust mitte. Kitsamatel tänavatel jälgiti tänavate kulgu edukalt, ent tänava suuna jälgimisel tekkis mõningaid raskusi võrdlemisi laial Sõle tänaval. Tee kohvikust bussipeatuseni leidsid kõik testijad. Käesoleva töö autor eeldas enne kolmanda ülesande esitamist, et mõni testija valib tee ka Kolde puistestelt Aru tänavasse ja sealt Maisisse, sest Maisi tänavalt tulles on bussipeatus lähemal, kui Kolde puistestelt lähenedes. See teeks aga teekonna pikemaks, mis näitab, et pimedad mõistavad kaarti ja valivad läbimiseks kõige mõistlikumad trajektoorid.

4.2.3 Teekonna läbimine

Teekonna kohvikust bussipeatuseni läbisid viiest testijast neli ning nende valitud trajektoorid on kujutatud joonisel 14. Teekonna läbimiseks kasutasid kõik testijad lisaks kaardile abivahendina ka valget keppi. Näidispilt teekonda läbivast testijast on lisas 11.



Joonis 14. Testijate läbitud trajektoorid (* hüpoteetiline trajektoor) (Aluskaart: Maa-amet).

Testija A teekonna läbimise sooritus oli väga kiire ja hea. Olles eelnevalt kohvikus kaardi sisu meelde jättnud, teadis testija A kohvikust väljudes täpselt, kuhu suunas tuleb liikuda ning teekonna läbimisel ta enam kaarti ei vajanud. Kolde puistee ja Ristiku tänava nurgal leidis ta valge kepi abil ülekäiguraja postid ning ületas ristmiku ohutult. Kolde puisteele kõndides sai testija A aru, et sellega ristub üks tänav, mille peale ta teatas: „*See nüüd peaks olema Aru tänav.*” Mis näitab, et testija A oli eelnevalt kaardi sisu meelde jättnud, moodustanud oma peas mentaalse kaardi ning suutis seda tänaval liigeldes meenutada. Samuti mäletas testija A, et Kolde puisteele tuleb keerata paremale Sõle tänavale ja natuke edasi liikudes tuleb vastu bussipeatus.

Testija B sooritus oli samuti väga hea, ent erinev testija A omast. Tänavate ristumisel testija B peatus ning uuris iga kord kaarti. Testija pani oma positsiooni kaardil iga kord kohvikust lähtuvalt paika, valis õige suuna ning mõtles läbi, mis otsuseid ta tee läbimisel veel langetama

peab. Testija B leidis üldiselt oma asukoha kaardil kiiresti üles, ent eksis siiski ühel korral, arvates, et tema asukoht kaardil on ristmikul, millest ta oli juba möödunud. Testija B mäletas küll kaardi sisu, sest iga kord uuele tänavaristile jõudes nimetas ta suuna, kuhu peab keerama, ent samas tahtis ta alati endas ka kindel olla ning kontrollis kõike kaardilt järgi.

Testija C eksperimendi ajal sadas tugevat vihma, mistõttu testija C teekonda läbida ei soovinud. Siiski rääkis testija C, kuidas ta hüpoteetiliselt teed läbiks ning jäi oma eelmises ülesandes valitud trajektoori juurde, sest tegu on suuremate tänavatega, mis on tõenäolisemalt paremas korras. Tee läbimisel testija C enda sõnul enam kaarti ei vaataks.

Testija D liikus tänaval valge kepi abil kiirelt ja enesekindlalt. Kohvikust väljudes keeras ta kohe vasakule, Roo tänavale jõudes ütles, et peab keerama paremale ning teadis, et Kolde puisteele jõudes tuleb keerata vasakule. Testija D oli kaardi sisu hästi meelde jättnud ja meenutas seda teekonna läbimisel. Jõudes Roo tänava lõppu uuris testija D, kas teed tuleks ületada seal või Kolde puistee lõpus. Kuuldes, et teed saab ületada ka Roo tänava lõpus ja kõndida Kolde puistee keskel oleva haljasala kõnniteel, otsustas testija D selle variandi kasuks ning seetõttu muuta oma eelmises ülesandes välja valitud trajektoori. Haljasala lõppu jõudes teadis testija, et tuleb keerata paremale ning bussipeatuseni jõudes imestas, et bussipeatus on Sõle tänava ja Kolde puistee ristmikule nii lähedal.

Kuigi testija E pani eelmises ülesandes kiirelt ja selgelt paika läbitava trajektoori, oli tal tänaval tee läbimisega veidi raskusi. Testija E oli teed läbides ettevaatlik ning segaduses, milline edasine suund tuleks tänavate ristumisel valida. Samuti pakkus testija E aeg-ajalt, mis tänaval ta enda meelest asub, ent vääralt. Siiski mäletas testija, mis suund tuleb võtta Kolde puisteele ning et bussipeatus ei asu Sõle tänava ristmikust väga kaugel. Niisiis näitas viimane ülesanne testija E puhul, et kaardi abil tee läbimine ilma muude abivahenditeta on keeruline. Sellegipoolest oli testija E teekonna läbimisel oma ümbruskonnast huvitatud ja küsis küsimusi hoonete väljanägemise, korruselisuse ja tiheduse kohta ning kompis teed läbides ühel korral ka kaarti. Taktiilsetel kaartidel kujutatud ruumiline informatsioon omandatakse üksteisele järgnevate käeliigutuste abil ning saadud informatsiooni sidumine üheks suureks teadmiseks on mälule raske ülesanne (Dodds, 1989). Erinevalt testijatest A, B ja D, ei korranud testija E oma trajektoori enne tee asumist üle, mistõttu võib eeldada, et kaardi paremale mõistmisele ja selle abil edukale tee läbimisele aitab kaasa ka trajektoori korduv läbi töötamine. Lisaks oli testija E

erinevalt teistest testijatest pime juba sünnist saati, mis võib mõjutada seda, kuidas ta tajub ruumilist informatsiooni (Dodds, 1989).

Üldiselt näitas viimane ülesanne, et käesoleva töö raames väljatöötatud taktiliste kaartide abil on pimedatel võimalik linnaruumis liigelda, ent edukale sooritusele aitab kaasa kaardi eelnev põhjalik uurimine ja trajektoori meelde jätmine. Lisaks tundusid ülesande sooritamisel olema edukamad need, kes on igapäevaelus liiklemisel iseseisvamad. Kaardi kasutamine tee läbimise ajal tuleneb pimedate enda eelistustest ja kummagi viisi (kas kaarti jälgitakse tee läbimisel või mitte) puhul paremaid sooritusi esile ei kerkinud. Samuti ei saa tuua järeldusi ülesannete soorituse ja kaardi kasutamise kogemuse vahel, sest näiteks testija B, kellel puudus eelnev kogemus taktiliste kaartide kasutamisega, sai hästi hakkama iga ülesandega, ent mõnel testijal, kellel oli taktiliste kaartidega varasem kokkupuude olemas, esines teatud ülesannete sooritamisega raskusi.

4.2.4 Tagasiside kaartidele

Eelkäsitletud ülesannete täitmisega paralleelselt andsid testijad ka mitmekesisest tagasisidet kaartide sisu, kasutatud leppemärkide kujunduse ja kaartide vajalikkuse osas.

Arvamus, kuidas kujutada taktilistel kaartidel tänavaid, oli testijate seas varieeruv. Testija A, kelle sooritused iga ülesande täitmisel olid väga head ja kiired, andis enim tagasisidet just viisile, kuidas kujutatakse käesoleva töö raames välja töötatud kaartidel tänavaid: „*Ma ei tea, mis tagasisidet teised on andnud, aga ma olen linnaplaanidega kokku puutunud enam-vähem esimesest klassist, kuna ma õppisin Tartus Emajõe koolis. Meil olid seal orienteerumistunnid. Ma saan aru, et teil on tehtud teed kahe joone vahele, aga võiks tegelikult olla üks tänav, üks joon. Või kui on koht, kus on neli sõidurida või rohkem, siis ühte sõidurida tähistada ühe joonega, et nad oleksid nagu hästi kõrvuti, et sa saad aru küll, et see on mitu joont, aga nende vahel on paar millimeetrit ainult. Mind isiklikult ajab see praegu segadusse, sest ma olen harjunud, et kui on tühjus, siis see tähendabki mingit tühjust – mingit tühermaad või kohta, mida pole mõtet kaardile panna. Ja siis mul oli väga ebamugav jälgida neid tänavaid.*” Hiljem kaarti veel uurides sõnas testija A siiski: „*Aga loomulikult, kui süveneda, siis saab kõigest aru, et see on lihtsalt mugavuse värk või harjumise asi.*” Iseseisvalt tänavate kujutamise muutmist ülejäänud testijad ei pakkunud. Suunava küsimuse peale, kuidas nad eelistaksid tänavate

esitamist kaartidel – kas kahe äärejoone või ühe keskmise telgjoone abil – said nii testija B kui ka D aru, et see tähendab, et kaardil kuvataks nii keskjoon kui ka äärejooned ning leidsid, et taolises joonte rohkuses satuksid nad tänavate jälgimisel segadusse. Selgituste peale, et keskjoone kuvamisel võib äärmised tänavajooned ära kaotada, arvas testija D, et see võiks olla täitsa hea variant, ent hiljem kaarti kompides nentis, et tee äärejooned oleks ka ikkagi vajalikud, sest annavad aimu erinevate objektide kaugusest võrreldes tee äärega. Käesolevas töös kasutatud viis kujutada teid pindobjektide abil, valiti töö esimeses etapis koostöös kahe eksperdiga, kes leidsid, et nende jaoks on oluline ohutussaarte kujutamine, mida praegune kujutusviis võimaldab, ent esitades tänavaid vaid joonte abil, ei tule ohutussaadet nii selgelt esile. Ohutussaarte olulisust rõhutas ka testija C: „*Minu arust on see küll väga oluline, et tunda ohutussaari, sest neid on meil siiski erinevates kohtades piisavalt.*”

Rohkelt tagasisidet laekus ka erinevate leppemärkide vajalikkusele, kujundusviisile ja suurusele. Kuigi piirde leppemärk eristus kõikide testijate meelest hästi tee äärejoone leppemärgist, leidsid testijad, et piirete kuvamine kaardil ei ole nende jaoks oluline. Testija A ütles: „*Kui mina teeksin kaarti, siis ma ei paneks sinna peale piirdeid. Need leiab nii või naa üles.*” Sarnasel arvamusel oli ka testija D: „*Vist pigem tekitavad piirded segadust. Hästi palju infot tuleb. Tegelt mingi optimaalne kogus on, mille sa omandad. Sest aiad... Neid sa tunnend tegelt valge kepiga või kes käib juhtkoeraga.*” Testija B sõnul tekitas piire temas segadust, sest hakkas mõtlema, kas see tähendab, et seal kohas on ka tänavajoon ja kas sealt saab liikuda.

Ühistranspordipeatuste märkimist peeti oluliseks, sest aktiivsemad nägemispuudega inimesed kasutavad ringi liikumiseks ühistransporti ja nende abil on kergem määrata oma positsiooni kaardil. Samuti oldi rahul peatuste esitamiseks valitud leppemärgi kujunduse ja suurusega. Küll aga jäi leppemärk testijatel märkamatuks olukordades, kus see puutus kokku mõne teise kaardielemendiga. Viru keskuse sees olevate peatuste märkide kohta ütles testija D: „*Siin hoone sees ma küll praegu aru ei saa jah, et see on see bussipeatus. Aga kui ta on eraldi, siis saan aru küll, et ta on kolmnurkne ja nii.*” Samal arvamusel oli ka testija B, kes ütles et hoone sees liigub ta märkidest märkamatuks sõrmedega üle, aga eraldiseisvalt tajub ta neid hästi. Sarnane olukord tekkis ka Sõle tänavale lähimale asuva bussipeatusega Kolde puiesteel, kus ühistranspordipeatuse asukohta kujutav leppemärk lõikub tee äärejoonega ning ükski testijatest iseseisvalt kaarti uurides märki tähele ei pannud. Kui testija D-le osutati bussipeatuse asukoht kaardil lausus ta: „*Seda ikka üles ei leiaks. Praegu ainult sellepärast, et sa ütlesid et ta siin võiks*

olla. /.../ *Mingi selline vahekene, et siia saab küüne vahele panna.*” Tagasisidest jäeldub, et ühistranspordipeatuste paremaks märkamiseks tuleb suurendada leppemärgi taustal oleva tühja puhvri suurust.

Tagasisidet kogunes ka haljasala sümboliseeriva leppemärgi osas. Testija A ja B jaoks oli haljasala märk selgesti eristatav ning selle tuvastamisel neil probleeme ei tekkinud. Testija C leidis aga kaartidel kasutatava märgi olevat segadust tekitav ning ajas selle mõnel korral segamini punktkirjaga. Rääkides haljasala sümboliseerivast leppemärgist, sõnas testija C: „*See on liiga väike, selle ajab segamini tähtedega. /.../ Et kui ühe haljasala peale ongi aint viis mumm, siis see ajab segadusse, et mis see nüüd on, mingi täht või? /.../ Niisugusel suurel alal võib olla selline mummustik, aga kui ta on selline tillukene, siis see tekitab segadust. /.../ Need nupud on samasugused kui tähed. Praegu on raske neid tänavatähiseid üles leida, sest nad on väga sarnased haljasaladega.*” Sarnane arusaamatus esines ka testija D puhul, kes ühel korral proovis hakata lugema haljasala tähistust, arvates, et seal on mõne tänava lühend. Testija C soovitas haljasalasid tähistada tiheda täpitatud tekstuuri abil, mis sõrme all on hästi tunda, aga mida ei saa segamini ajada punktkirjaga. Sarnast lahendust on oma kaartidel kasutanud Štampach ja Mulíčková (2016) ning Červenka et al. (2016). Töö esimeses osas otsustati sellist kujutlusviisi just nimelt mitte kasutada, sest magistritöö autori meelest sarnanesid täpid visuaalselt liialt Braille'i punktkirjaga. Olukord näitab aga, et visuaalselt ja kombitavalt tajutavad sümbolid võivad mõjuda väga erinevalt, mistõttu on taktiliste kaartide väljatöötamisel oluline uurida kaartide sisu ka kompides ning teha koostööd pimedatega.

Küsimusele, missugune informatsioon võiks nende arust kaartidel veel olla, ei osanud ükski testija algul vastata. Seetõttu pakuti neile erinevaid variante nähtustest, mida võiks veel kuvada, sealhulgas valgusfooride ja ülekäiguradade asukohad, trepid ja hoonete sildid. Kõik testijad leidsid, et valgusfooride asukohad võiksid kaartide abil orienteerumiseks abiks olla ning pakkusid võimalusi, kuidas neid kaardil esitada. Testijad B ja C arvasid, et märgilisemad või tuntumad hooned võiks olla märgistatud. Kuna Lobbeni ja Lawrence'i uurimistööst (2012) selgus, et taktilistel kaartidel kujutatakse tihti ka treppe, uuriti testijatelt, kas nende meelest peaks kaartidel kuvama ka treppide asukohti, ent seda testijad oluliseks ei pidanud. Näiteks lausus testija A: „*Treppe ei ole küll minu arust vaja, jälle üks asi kaardil juures.*” Sarnaselt arvas testija B, kelle meelest läheks siis infot natuke liiga paljuku. Testija B nentis, et oleks hea, kui kaartidel oleks märgitud ka hoonete sissepääsu asukohad, mis oli olulise komponendina välja

toodud ka Lobbeni ja Lawrence'i uurimistöös (2012). Teised testijad sissepääsude asukohtade märkimist ei maininud. Kuna käesoleva töö raames väljatöötatud kaartide eesmärk on üldise orienteerumise hõlbustamine, leidis töö autor, et sissepääsude kuvamisega muutuks kaart liialt detailseks ning selle loetavus väheneks. Samuti ei leidu Eesti topograafilises andmekogus andmeid hoonete sissepääsude kohta, mistõttu tuleks sobivad andmed leida mõnest täiendavast allikast või kanda kaardile käsitsi. Testija C leidis, et tänavate võrgustik tuleks paremini esile, kui märgistatud oleks kõik tänavatest eemale jäävad pinnad, nagu näiteks hoonetevahelised õuealad. Üldjuhul eelistasid pimedad kaardidel kompida võimalikult vähe ja lihtsasti esitatud infot. Testija D lausus: „*Lihtsuses peitub võlu.*” ning sarnaselt arvas ka testija B, kelle sõnul on kaart seda parem, mida vähem erinevaid nähtusi seal kuvatakse.

Käesoleva töö esimeses osas selgus koostöös kahe eksperdiga, et nende jaoks on mõõtkava olemasolu ebavajalik ja segadust tekitav. Sellist arvamust töö teises osas ei ilmnenud. Joonmõõtkava funktsiooni mõisteti ning seda kasutati kaartidel vahemaade mõõtmiseks. Testija C sõnul kasutatakse taktilistel kaartidel joonmõõtkava ning see on oluline, sest aitab inimestel mõista objektide vahelisi vahemaid. Testijad A ja C arvasid, et nii palju hooneid, nagu on näiteks Kolde puistee ümbruse kaardil, kus kujutatud on ka kõik kõrvalhooned, ei ole vaja kuvada. Testija C nentis, et kui keegi soovib spetsiifiliselt väga täpset kaarti oma kodukandist, tuleks siiski kujutada kõiki hooneid. Testijatele esitatud ülesannete sooritamise käigus nähtus, et väiksemaid kõrvalhooneid aeti tihti segamini mõne leppemärgiga. Seega parandaks kõrvalhoonete eemaldamine kaardi loetavust.

Üldine tagasiside kaartidele oli positiivne ning kõik testijad kinnitasid, et kasutaksid kaarte ka tulevikus. Testija B sõnas entusiasmiga: „*See oleks täitsa vägev jah! Ise kaarti lugeda. /.../ Mul on juba täitsa mitu ideed, millest ma kaarti tahaks.*” Testija C sõnul kasutaks ta kaarte kindlasti, sest see on hea viis, kuidas enda ümbrust tundma õppida ja saada aimu, kuidas objektid üksteise suhtes asetsevad. Samuti tekkis testija C-l kohe mõtteid, millistest Tallinna piirkondadest ta kaarti tellida sooviks. Testija D kinnitas samuti, et kasutaks kaarte ka tulevikus ning andis kaartidele väga positiivset tagasisidet: „*Mulle väga meeldivad su kaardid, ma võiks nendesse tundide kaupa süüvida.*” Ka testija A ja E ütlesid, et kasutaksid taktiliseid kaarte ka tulevikus, ent testija A lisas: „*Minul on enda arust vähemalt päris hea mälu, nii et kui ma telliksin kaardi tundmatust kohast, siis ma õpiks selle selgeks ja jätaks meelde ja uuesti vaataks seda võib-olla alles kolme aasta pärast.*”

4.2.5 Taktilsete kaartide roll nägemispuudega inimeste mentaalse kaardi täienemises

Mitmed autorid (Papadopoulos ja Karanikolas 2009; Blades et al., 1999; Lobben ja Lawrence, 2012) on oma uurimistöödes rõhutanud taktilsete kaartide rolli nägemispuudega inimeste mentaalse kaardi täienemises. Ka käesoleva töö tulemusena selgus, et väljatöötatud kaardid panustavad Tallinna linna taktilsete kaartide kasutajaskonna mentaalse kaardi arengusse.

Igalt testijalt küsiti teekonna läbimise lõpus, kas nad tunnevad, et kaart kujundas kuidagi nende arusaama või kujutlust käsitletud piirkonnast. Kõik testijad kinnitasid, et tunnevad, et teavad sellest kandist kaardiga tutvumise järgselt rohkem. Testijad tõid välja, et nad ei arvanud, et piirkonnas on nii palju hooneid või kuidas joonistub tänavavõrgustik. Näiteks ütles testija C, et ei teadnud, et Kolde puiestee on nii pikk ning et talle seostus Preesi tänav ka preesi ehk teatud tüüpi sõle kujuga, ent kaardilt on tunda, et tegu on sirge tänavaga. Lisaks üllatas testija C-d, et uuritud piirkonnas on nii palju elu- ja kõrvalhooneid. Testija D nentis, et kaart aitas tal teekonda läbida ja piirkonnast rohkem aimu saada. Testija A sõnul oli ta piirkonnaga eelnevalt juba tuttav, ent ei teadnud, et seal nii palju hooneid on. Samuti said testijad uut informatsiooni tänavate osas. Näiteks imestas testija D Sõle tänava suuruse üle ning testija E ei olnud varem kuulnud, et Tallinnas asub Timuti tänav ja teadis, et Tallinnas on Preesi tänav, kus asub kirik, ent ei teadnud, missuguses linnaosas see asuda võiks.

Lisaks võis viiteid mentaalse kaardi täienemise osas leida kogu eksperimendi protsessi vältel. Testijaid üllatasid hoonete suurused ja kujud ning tänavate asetsused. Testija B lausus Tallinna kesklinna kaarti uurides: „Kogu see asi on üks uus informatsioon. See on nagu see, et „Oi, see on sellise kujuga” või „Oo, siin on ka mingi park”.“ Lisaks tundus testija B jaoks olevat uus informatsioon, et Viru keskus ja Kaubamaja on galeriiga ühendatud ning leidis Solarise keskuse kuju väga põneva olevat. Testija D jaoks oli uus informatsioon, et Tallinna kesklinnas asub Sauna tänav ning leidis, et Tallinna kesklinnas on üllatavalt palju haljasalasid. Kesklinna kaarti uurides lausus testija D: „Ma arvasin, et olen tuttav selle piirkonnaga, aga kui praegu vaatan, siis vist väga ei ole ka.” Testija E, kes satub kesklinna kanti pidevalt, imestas Viru keskuse suuruse üle ning testija C-d üllatas, et Estonia puiestee ja Pärnu maantee on paralleelsed.

5. Järeldused

Käesoleva töö esimeses metoodilises osas töötati välja lahendus taktilsete kaartide loomiseks. Selleks kasutati vabavara QGIS ja andmeid Eesti topograafilisest andmekogust, mis osutusid sobivateks vahenditeks taktilsete kaartide loomisel. Lisaks kasutati avaandmeid Tallinna linna ühistranspordi peatuste kohta. Töö autori meelest oli kaartide väljatöötamisel väga oluline koostöö kahe pimeda eksperdiga, sest see võimaldas kaartide kujundust ja sisu vaadata teistsugusest ehk nägemispuudega inimeste aspektist.

Väljatöötatud lahenduse abil loodud taktilsete kaartide kasutajakogemuse testimise protsessi võib käesoleva töö seisukohast lugeda üldiselt edukaks. Viie vabatahtlikuga läbiviidud ülesannete tulemusena leiti, et kaardid annavad panuse nägemispuudega inimeste mentaalse kaardi täienemisele ning et kaarte soovitakse kasutada ka tulevikus. Lisaks selgus, et kaardi abil on võimalik linnaruumis liigelda, ent tee läbimise edukusele aitab kaasa eelnev põhjalik kaardiga tutvumine ja selle sisu meelde jätmine. Testimiste tulemusena nähtus, et nii palju, kui on inimesi, on ka erinevaid arvamusi, kaardi lugemise ning tee leidmise viise. Sellegipoolest joonistused välja ühtsed arvamused teatud aspektide osas, mistõttu oli töö autori meelest viis testijat piisav arv püstitatud ülesannete uurimiseks. Siiski ei saa testijate vähesuse tõttu teha põhjanevaid järeldusi kõikide aspektide kohta, nagu ülesannete sooritustase ning testijate varasem kogemus, igapäevaste liikumisviiside ja nägemismäära seos.

Taktilsete kaartide kasutajakogemuse väljaselgitamise ülesannete käigus selgus nii testijate tagasiside kui ka töö autori enda tähelepanekute põhjal, et parema mõistmise eesmärgil tuleb kaartidel teha mõned muudatused:

- suurendada ühistranspordipeatusi sümboliseeriva leppemärgi taguse valge puhvri suurust, et märk tuleks teiste kaardielementidega lõikudes paremini esile;
- eemaldada kaartidelt piirded, sest need ei ole kaartide kasutajate meelest vajalikud ning tekitavad segadust. Üks võimalus on piiretena alles jätta vaid tehisseinad;
- kuvada kaardil valgusfooridega ülekäiguradade asukohad ning leida neile sobiv kujutusviis. Hetkel on töö autoril olemas andmed Tallinna linna fooripeade asukohast, mis saadi Tallinna transpordiametilt;
- muuta haljasala tähistust;

- asendada kaardi legendis ühistranspordipeatusi sümboliseeriva leppemärgi seletuses sõna „bussipeatus” „ühissõidukipeatusega”, sest kaartidel ei ole kujutatud ainult busside, vaid kõikide ühissõidukite peatused. Kuna edaspidi on soov rakendada väljatöötatud taktiliste kaartide loomise meetodit kogu Eestis, tuleb ühissõidukite peatuste asukohaandemete saamiseks edaspidi kasutada Maanteeameti Ühistranspordi infosüsteemi (ÜTRIS);
- tähistada sümboolsemad hooned, et soodustada enda paikapanemist ruumis. See teguviis küll suurendab kaartide loomisele kulutatud aega, ent on oluline kaardi loetavuse parendamise seisukohast;
- olenevalt edasistest tagasisidest kaartidele, muuta tänavate esitusviisi ja tähistada õuealad sobiva tekstuuri abil

Ruumitunnetusega seonduvaid põnevaid teemasid, mida käsitleda, on palju ning teatud seoste sügavamaks mõistmiseks tuleks edasistes uurimustes osaliste arvu suurendada. Siiski näitasid käesolevas töös läbiviidud kaartide testimised, et taktilised kaardid parandavad nägemispuudega inimeste ruumitunnetust.

Kokkuvõte

Magistritöö eesmärgiks oli, kasutades vabavara QGIS ja andmeid Eesti topograafilisest andmekogust, välja töötada lahendus taktiliste kaartide loomiseks ning kontrollida väljatöötatud lahenduse abil loodud taktiliste kaartide mõju nägemispuudega inimeste ruumitunnetusele. Töö teoreetilises osas tutvustati nägemispuudega inimeste liiklemist hõlbustavaid abivahendeid, sealhulgas taktiliseid kaarte. Lisaks anti taktiliste kaartide näidete ja teemakohase kirjanduse analüüsi kaudu ülevaade taktiliste kaartide levinumatest kujundusmeetoditest ning kaartide loomisega seonduvatest nõuetest ja väljakutsetest. Toetudes teooriale ja koostööle kahe pimedaga eksperdiga pandi kokku taktiliste kaartide spetsifikatsioon ja töötati välja lahendus kaartide loomiseks. Lahendust kasutades trükiti paisupaberile Estonia puistee ja Kolde puistee ümbrust kujutavad kombinatavad kaardid, mille kasutajakogemust testis viis pimedat inimest.

Töö tulemusena selgus, et vabavara QGIS ja andmed Eesti topograafilisest andmekogust on sobivad vahendid loomaks taktiliseid kaarte. Taoliste kaartide loomisel on oluline teha koostööd nägemispuudega inimestega. Käesolevas töös kaartide väljatöötamisel kaasa löönud eksperdid andsid nõu, milliseid nähtusi kaardil tunda soovitakse, mis on tajutavad joonelaiused ning leppemärkide suurused, kuidas ja kui suurelt tuleks kuvada kaardikirju ning milliseid komponente peaksid veel kaardid sisaldama.

Kohtumistelt kaartide testijatega selgus, et kaardid parandavad nägemispuudega inimeste ruumitunnetust. Testijad mõistsid kaardil kasutatud erinevate leppemärkide ja tänavanimede lühendite sisu, oskasid jälgida teede kulgu, leida kaardil kindlaid punkte ning planeerida teekondi. Selgus, et taktilise kaardi abil on võimalik ka linnaruumis liigelda, ent iseseisvale ja edukale tee läbimisele aitab kaasa kaardiga eelnev põhjalik tutvumine ja selle sisu meelde jätmine. Testimistest nähtus ka, et kaardid panustavad nägemispuudega inimeste mentaalse kaardi arengusse. Testijad said uut informatsiooni nii neile juba tuntud alast kui ka piirkonnast, kus nad varasemalt viibinud ei olnud. Uusi teadmisi saadi tänavate asendi, suuruse ja nende nimede, hoonete kuju ja suuruse ning ümbruskonna üldise väljanägemise osas.

Tagasiside kaartidele oli üldiselt positiivne. Nii taktiliseid kaarte välja töötada aidanud eksperdid kui ka kaarte testinud vabatahtlikud leidsid, et taolised kaardid on nende meelest olulised, sest aitavad oma ümbruskonda paremini tundma õppida ning kinnitasid, et nad kasutaksid kaarte ka tulevikus. Siiski selgus nii kaartide testijate kui ka töö autori enda tähelepanekutest, et kaartide

paremaks mõistmiseks tuleb sisse viia mõned muudatused. Näiteks tuleb kaartidele lisada valgusfooridega ülekäiguradade asukohad, muuta haljasala tähistust ning teha märgatavamaks ühissõidukite peatusi sümboliseeriv leppemärk märgatavamaks.

Eesti nägemispuudega inimestel puudus taskukohane ja hea võimalus kasutada liiklemiseks ja ümbritseva keskkonna kohta informatsiooni saamiseks taktiliseid kaarte. Käesoleva uurimistöö tulemustest selgus, et nägemispuudega inimesed peavad taolisi kaarte vajalikuks. Kuigi antud töös keskenduti vaid taktiliste kaartide kasutajaskonnale Tallinnas, on edasine plaan kaartide tellimine teha võimalikuks nägemispuudega inimestele üle kogu Eesti. Kaardi tellimine toimub telefoni või e-posti kaudu, teenus on tasuta ning kaarti on võimalik tellida oma isiklikule kodusadressile.

The development of tactile maps and their influence on the spatial cognition of visually impaired users

Helen Ojamäe

Summary

Tactile maps are a way of communicating geographical information to people with visual impairments. They use raised graphic patterns that the user can feel with his or her fingertips. A solution for creating tactile maps using open-source application QGIS and data from Estonian Topographic Database was developed as a result of this master's thesis. In addition, the effect of the maps on the spatial cognition of visually impaired people was tested.

The theoretical part of the thesis gave an overview of different auxiliaries that people with visual impairments can use for navigating, including tactile maps. In addition it provided examples of tactile maps created by different authors and introduced the requirements and challenges associated with making tactile maps.

The solution for creating tactile maps was developed based on theory and in cooperation with two blind experts, who gave advice about what they would like to feel on the maps, what are the perceptible line widths and symbol sizes, how big should be the labels on the map and what other components should the maps include. The results of the thesis showed that QGIS and data from Estonian Topographic Database are appropriate means of creation of tactile maps.

Using the developed solution for creating tactile maps, two map examples were created, printed out on swell paper and tested with five blind people. The testers had to complete four tasks and the results of the testing showed that the maps have a positive effect on the spatial cognition of people with visual impairments. The testers understood the symbols used on the maps and the Braille abbreviations used for street names, could follow the course of roads and could plan journeys with the help of the map. In addition it turned out, that it is possible to navigate in the city with the help of tactile maps, but the success of the performance is influenced by how well the person learns and memorizes the map before starting the journey. The maps also play a role in the development of the mental maps of people with visual impairments. The testers obtained new information about areas that they were already familiar with and also about areas that were

new to them. Testers collected new information about the position, size and names of streets, the shape and size of houses and the overall look of the area.

The overall feedback to the maps was positive. The experts and map testers found that tactile maps are important, because they help them learn more about their surroundings and assured that they would use the maps in the future as well. Some changes still need to be done in order for the maps to be understood better. For example the symbol for green areas needs to be changed, the position of street crossings with traffic lights should be added on the map and the symbol for public transport should be made more visible.

Visually impaired people in Estonia did not have an affordable and good opportunity for using tactile maps. The results of this thesis showed that people with visual impairments think that the developed tactile maps are useful. Maps created by using the solution developed in this thesis, can be ordered through e-mail or by phone, the service is for free and it is possible to order the map to one's personal home adress.

Tänuavaldused

Suur tänu kuulub juhendaja Raivo Aunapile, kes mulle käsitletud uurimisteemat tutvustas ja kelle nõuandeid ma kõrgelt hindan. Samuti tänan Valeri Kapaneni, kes mind teemasse sisse juhatas ja vajadusel alati aitas. Tänan väga ka Eduardi ja Vellot, kes kaartide väljatöötamisel suureks abiks olid. Suur tänu kuulub ka viiele vabatahtlikule, kes minu kaarte testisid. Samuti tänan Johanna Holvandust, kellelt sain kasulikke nõuandeid kvalitatiivsete meetodite kasutamise osas ja Edgar Seppa, kes laenas testijatega kohtumiste jäädvustamiseks oma GoPro kaamerat. Sisuliste ja keeleliste nõuannete eest tänan oma vanemaid, Gretat ja Mariat. Viimaks soovin tänada oma pere, sõpru ja Jakobit, kelle toetus töö valmimise ajal oli minu jaoks väga tähtis.

Kasutatud kirjandus

- BANA, 2010. Guidelines and Standards for Tactile Graphics. Braille Authority of North America veebilehekül. Viimati vaadatud 20.05.2019
- Barouti, M., Papadopolous, K., 2015. Satisfaction Of Individuals With Blindness From Use Of Audio-Tactile Maps, Tactile Maps And Walking Experience As Means For Spatial Knowledge Of A City Route. The Turkish Online Journal of Educational Technology, Special Issue for INTE 2015.
- Bentzen, B.L., 1996. Choosing symbols for tactile maps. Journal of Visual Impairment & Blindness 90, 157–158.
- Blades, M., Ungar, S., Spencer, C., 1999. Map Use by Adults with Visual Impairments. The Professional Geographer 51:4, 539-553.
- BlindSquare veebilehekül, 2019. What is BlindSquare. Viimati vaadatud 13.04.2019 <http://www.blindsquare.com/about/>
- Brittell, M. E., Lobben, A. K., Lawrence, M. M., 2018. Usability Evaluation of Tactile Map. Symbols Across Three Production Technologies. Journal of Visual Impairment and Blindness.
- Červenka, P., Brinda, K., Hanouskova, M., Hofman, P., Seifert, R., 2016. Blind Friendly Maps: Tactile Maps for the Blind as a Part of the Public Map Portal (Mapy.cz). ICCHP 2016: 15th International Conference on Computers Helping People with Special Needs, Jul 2016, Linz, Austria.
- Colby, C. L., 2009. Spatial Cognition. Academic Press, Encyclopedia of Neuroscience, 165-171.
- Dodds, A., G., 1989. Tactile maps: A psychologist's perspective. The Cartographic Journal 26(1), 3-6.
- Edman, P., 1992. Tactile Graphics. American Foundation for the Blind, New York.
- Eesti Pimedate Liit, 2019. Nägemispuue. Viimati vaadatud 13.05.2019 <http://pimedateliit.ee/info/nagemispuue/>
- ERR videoarhiiv, 2016. Meie inimesed: Sülvi. Eesti Rahvusringhääling, 23.05.2016. Viimati vaadatud 22.05.2019 <http://arhiiv.err.ee/guid/20160521085838501000300112290E2BA238B440000000792B00000D0F186717>
- Espinosa, M.A., Ungar S., Ochaita, E., Blades, M., Spencer, C., 1998. Comparing methods for introducing blind and visually impaired people to unfamiliar urban environments. Journal of Environmental Psychology 18, 277–287.
- Esri Suisse, 2017. Tactile Map of Switzerland. Viimati vaadatud 28.04.2019 <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=651b04a8ad3940aaa7ae47a2e0fbabfe>
- Giudice, N.A., 2018. Navigating without vision: Principles of Blind Spatial Cognition. In D.R. Montello (ed.), Handbook of Behavioral and Cognitive Geography: Edward Elgar Publishing, Chapter 15, 260-288.
- Golledge, R.G., 1991. Tactual strip maps as navigational aids. Journal of Visual Impairment & Blindness 85, 296–301.
- Gual-Ortí, J., Puyuelo-Cazorla, M., Lloveras-Macia, J., 2015. Improving Tactile Map Usability through 3D Printing Techniques: An Experiment with New Tactile Symbols. The Cartographic Journal 52(1), 51-57.
- Hampshire, B., 1981. Working with Braille: A study of Braille as a medium of education. The Unesco Press.
- Harmsen, H., 2018. Greenland's Handsized Wooden Maps Were Used for Storytelling, Not Navigation. Atlas Obscura. Viimati vaadatud 28.04.2019 <https://www.atlasobscura.com/articles/greenland-wooden-maps-ammassalik>

Hart, R. A., Moore, G. T., 1973. The development of spatial cognition: A Review. In Downs, R. M., and Stea, D., editors, *Image and Environment: Cognitive Mapping and Spatial Behavior*. Chicago, Aldine Publishing Company, 246-295.

Hersh, M., Johnson, M. A., 2008. *Assistive Technology for Visually Impaired and Blind people*. Springer Publishing Company.

Huang, B., Liu, N., 2004. Mobile Navigation Guide for the Visually Disabled. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1885, 28-34.

Hänni, K., 2016. Internetikasutuse ligipääsustrateegiad ja kasutamispäradikad nägemis- ja liikumispuudega inimeste näitel. Magistritöö infokorralduses. Tartu Ülikool, Tartu.

Hänssgen, D. 2014. HaptOSM – A System Creating Tactile Maps for the Blind and Visually Impaired. In *Proceedings of the Conference Universal Learning Design*, Paris, 49-56. Brno: Masaryk University.

Jauhiainen, J. S., 2005. Linnageograafia. Linnad ja linnauurimus modernismist postmodernismini. Eesti Kunstiakadeemia, Tallinn.

Jehoel, S., McCallum, D., Rowell, J., Ungar, S., 2006. An empirical approach on the design of tactile maps and diagrams: The cognitive tactualization approach. *The British Journal of Visual Impairment* 24(2), 67-75.

Jehoel, S., Ungar, S., McCallum, D., Rowell, J., 2005. An Evaluation of Substrates for Tactile Maps and Diagrams: Scanning Speed and Users' Preferences. *Journal of Visual Impairment and Blindness* 99(2), 85-95.

Jordão, B. G. F., 2013. *Tactile Cartography: The Adapted Globe Experience on Social Inclusion*. São Paulo State University.

Kalling, K., 2014. Juhtkoera roll nägemispuudega inimese igapäevaelus. Lõputöö sotsiaaltöö korralduse osakonnas. Tartu Ülikooli Pärnu Kolledž, Pärnu.

Landau, S., 1999. Tactile Graphics and Strategies for Non-visual Seeing. *Thresholds* 19, 78-82.

Lighthouse veebilehekül, 2019. TMAP: Tactile Maps Automated Production. Viimati vaadatud 17.04.2019 <http://lighthouse-sf.org/tmap/>

Lobben, A. 2005. Identifying the needs of tactile map makers. Paper presented at the 22nd International Cartographic Conference, A Coruna, Spain.

Lobben, A., 2015. Tactile maps and mapping. *Journal of Blindness Innovation and Research* 5(1).

Lobben, A., Lawrence, M., 2012. The Use of Environmental Features on Tactile Maps by Navigators Who Are Blind. *The Professional Geographer* 64:1, 95-108.

Maa-amet, 2016. Topograafiliste andmete kasutusjuhend. Viimati vaadatud 15.05.2019 https://geoportaal.maaamet.ee/docs/ETAK/ETAK_juhend2016.pdf?t=20160708150835

Maa-ameti geoportaal, 2019. Eesti topograafia andmekogu. Viimati vaadatud 20.05.2019 <https://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Topograafilised-andmed/Eesti-topograafia-andmekogu-p79.html>

Mandeno, E. 2017. Pros and Cons to OpenStreetMap. Digital mapping solutions. Viimati vaadatud 13.05.2019 <https://digitalmappingsolutions.com/2017/08/25/pros-and-cons-to-openstreetmap/>

McCallum, D., Rowell, J., Ungar, S., 2003. Producing Tactile Maps Using New Injet Technology: an Introduction. *The Cartographic Journal* 40:3, 294–298.

Miller, G., 2017. A Tactile Atlas Helps Blind ‘See’ Maps. *National Geographic*. Viimati vaadatud 28.04.2019 <https://news.nationalgeographic.com/2017/01/new-tactile-map-of-swiss-alps-for-the-blind/>

Minatani K., Watanabe, T., Yamaguchi, T., Watanabe, K., Akiyama, J., Miyagi, M., Oouchi, S., 2010. Tactile Map Automated Creation System to Enhance the Mobility of Blind Persons—Its Design Concept and Evaluation through Experiment. In: Miesenberger K., Klaus J., Zagler W., Karshmer A. (eds) *Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2010. Lecture Notes in Computer Science*, vol 6180. Springer, Berlin, Heidelberg.

Montello, D. R., 2015. Spatial Cognition. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (Second Edition), 111-115.

MTÜ Kakora veebilehekülg, 2019. Viimati vaadatud 22.05.2019 <http://kakora.sarasy.com/>

Murillo, S., 2018. How Do Blind and Visually Impaired People Get Around. *The Chicago Lighthouse* veebilehekülg. Viimati vaadatud 11.04.2018 <https://chicagolighthouse.org/sandys-view/getting-around/>

OrCam veebilehekülg, 2019. OrCam MyEye 2.0. For the Blind and Visually impaired. Viimati vaadatud 12.04.2019 <https://www.orcam.com/en/myeye2/>

Papadopoulos, K., Charitakis, K., Koustriava, E., Kartasidou, L., Stylianidis, E., Kouroupetroglou, G., Sakalli, S., Muller, K., Yilmaz, E., 2016. Specification of Symbols Used in Audio-Tactile Maps for Individuals with Blindness. *Lecture Notes in Computer Science*. 9759. 160-167.

Papadopoulos, K., Karanikolas, N., 2009. Tactile maps provide location-based services for individuals with visual impairments. *Journal of Location Based Services* 3(3), 150-164.k

Revesz, G., 1950. *The psychology and art of the blind*. London: Longmans Green.

Rice, M., Jacobson, R. D., Golledge R. G., Jones, D., 2005. Design Considerations for Haptic and Auditory Map Interfaces. *Cartography and Geographic Information Science* 32:4, 381-391

Rosenberg, M., 2018. Mental Map. Viimati vaadatud 17.04.2019 <https://www.thoughtco.com/mental-map-definition-1434793>

Rowell J., Ungar, R., 2005. Feeling our way: tactile map user requirements—a survey.y. In: *Proceedings of XXII International Cartographic Conference*, La Corua.

Rowell, J., Ungar, S., 2003. The World of Touch: Results of an International Survey of Tactile Maps and Symbols. *The Cartographic Journal* 40:3, 259-263.

Schneider, J., Strothotte, T., 2000. Constructive Exploration of Spatial Information by Blind Users. *Assets 2000: Proceedings of the fourth international ACM conference on Assistive technologies*, 188-192.

Silmalaegas abivahendikeskus veebilehekülg, 2019. Isiklik taktilne kaart 3D. Viimati vaadatud 14.04.2019 <https://silmalaegas.laegas.ee/kataloog/toode/281>

„Specification”, 2019. *Cambridge Dictionary*, Cambridge University Press. Viimati vaadatud 20.05.2019 <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/specification>

Štampach, R., Muličková, E., 2016. Automated generation of tactile maps. *Journal of maps* 12(1), 532- 540.

Zeng, L., Weber, G., 2011. Accessible maps for the visually impaired. CEUR Workshop Proceedings 792.

Tactile graphics veebilehekül, 2019. Design principles for tactile graphics. Viimati vaadatud 28.04.2019 <https://www.tactilegraphics.org/readability.html>

Tallinna avaandmed. 2019. Ühistranspordi peatused ja marsruudid. Viimati vaadatud 31.03.2019 <https://transport.tallinn.ee/data/stops.xml>

Tennosaar, K., 2016. Teema: Nägemispuue. Eesti puuetega inimeste koda (EPIK).

Teo, M., 2018. 6 Exciting Tech Products for the Visually Impaired. Azure Magazine veebilehekül. Viimati vaadatud 12.04.2019 <https://www.azuremagazine.com/article/tech-products-for-the-visually-impaired/>

The Colonial Atlas, 2016. Inuit Cartography. Viimati vaadatud 28.04.2019 <https://decolonialatlas.wordpress.com/2016/04/12/inuit-cartography/>

Ungar, S., Blades, M., Spencer, C., 1993. The role of tactile maps in mobility training. British Journal of Visual Impairment 11, 59–61.

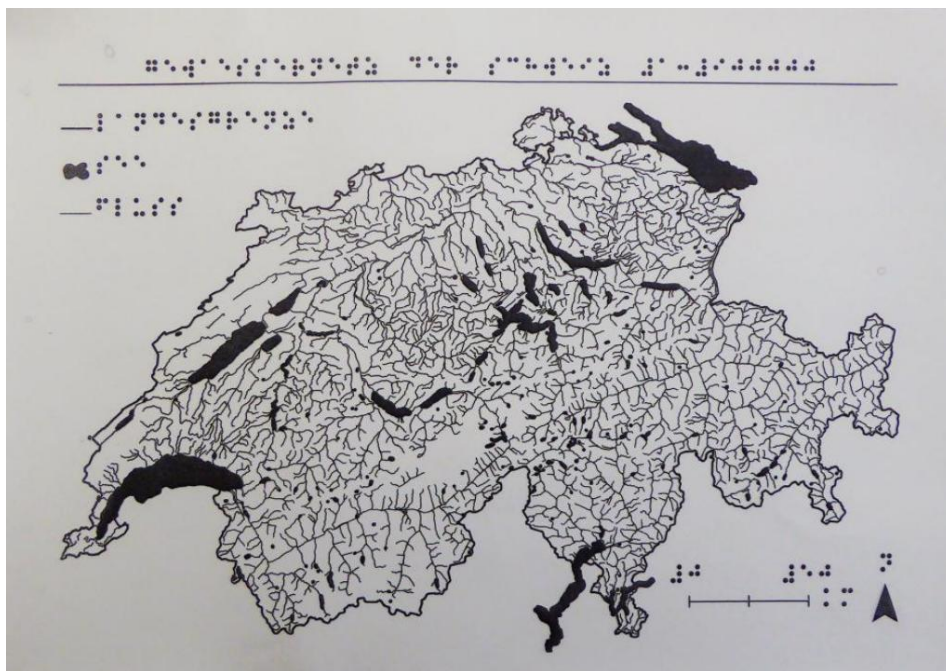
Watanabe T., Yamaguchi T., Koda S., Minatani K., 2014. Tactile Map Automated Creation System Using OpenStreetMap. In: Miesenberger K., Fels D., Archambault D., Peñáz P., Zagler W. (eds) Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2014. Lecture Notes in Computer Science, vol 8548.

World Health Organization, 2018. Blindness and visual impairment. Viimati vaadatud 13.05.2019 <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

Õunapuu, L., 2012. Valimid kvantitatiivsetes ja kvalitatiivsetes uurimustes. Tartu Ülikool, Tartu.

Lisad

Lisa 1. Šveitsi jõgesid ja järvesid kujutav ülevaatekaart Šveitsi taktilisest atlasest (Esri Suisse, 2017).



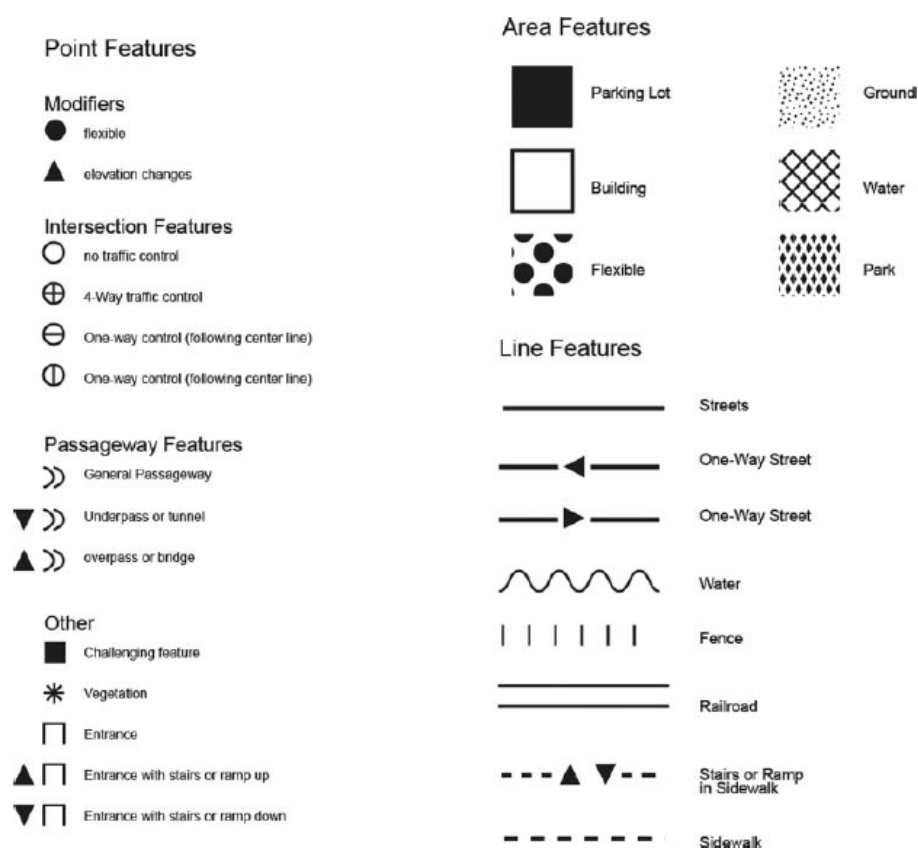
Lisa 2. Itaalia taktilne kaart Eesti Pimedate Raamatukogu kaardikogust. Kaardil on tähistatud mäestikud, pealinn Rooma, mõned suuremad linnad ja vulkaanide asukohad.







Lisa 3. Termovormi meetodil loodud Põhja-Ameerika taktiline kaart Eesti Pimedate Raamatukogu kaardikogust.























Lisa 4. Lobbeni ja Lawrence'i poolt välja arendatud taktilistel kaartidel kasutatavad leppemärgid (Lobben ja Lawrence, 2012).







Lisa 5. Põhja-Ameerika Braille'i instituudi (2010) poolt soovitatud joonestiilid ja -laiused.

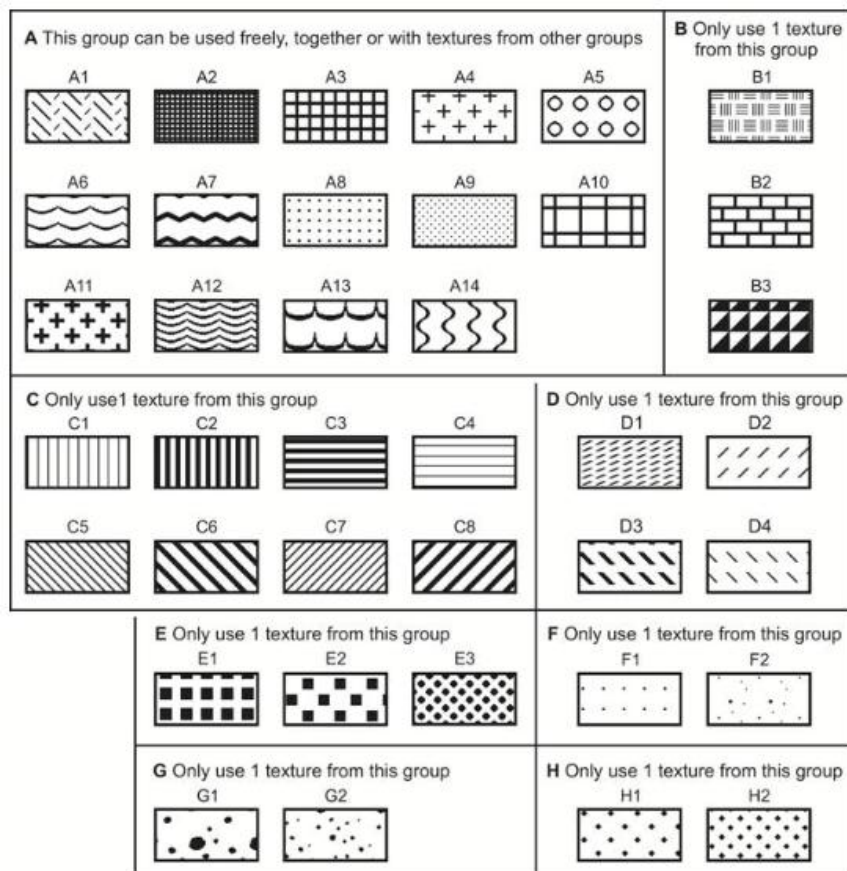
| | |
|--|--|
|  Axis line (2.5pt) | |
|  Grid line (1.0pt) | |
|  Measurement dimension line (1.5pt) | |
|  Tick mark (1.5pt) | |

| | |
|--|--|
|  Plotted line 1 (6.0pt) |  Dashed (1.5pt) |
|  Plotted line 2 (4.0pt) |  Dashed (2.5pt) |
|  Plotted line 3 (2.0pt) |  Dashed (3.0pt) |
|  Plotted line 4 (3.0pt) |  Dashed (1.5pt) |

| | | |
|---|---|---|
| Sets of distinctive line textures | | |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

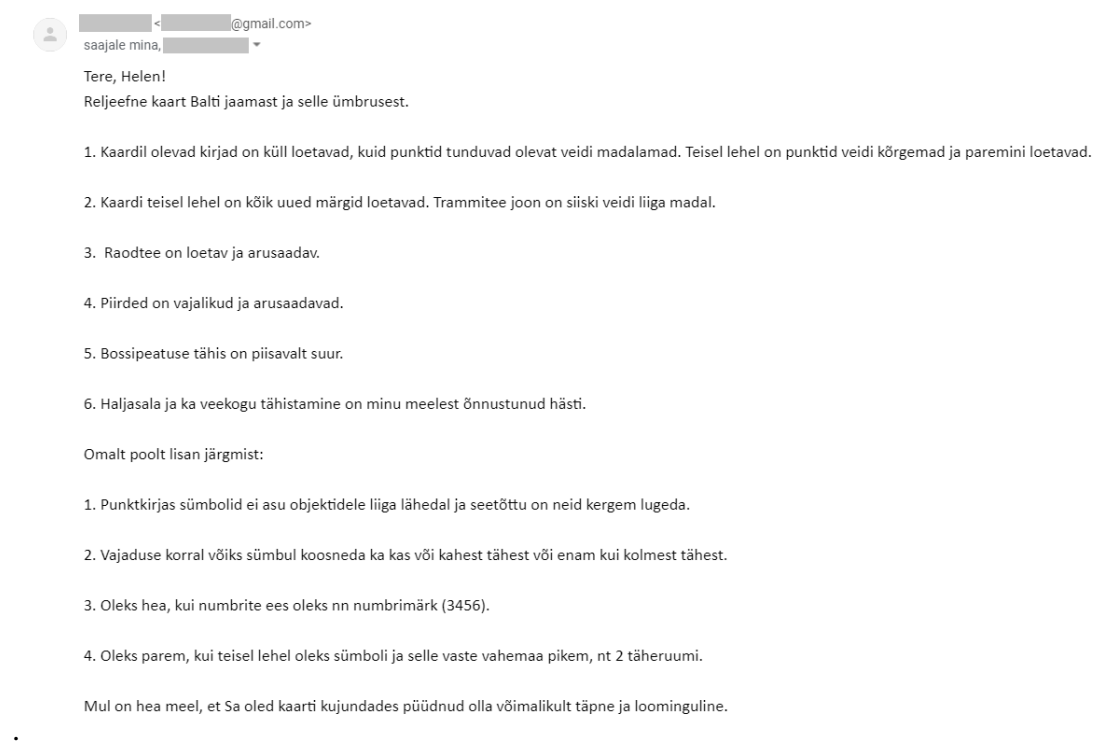
| |
|---|
| Arrows |
|  |
|  |
|  |
|  |

Lisa 6. Soovitused tekstuuride valikuks taktilisel kaardidel (BANA, 2010).



© 2010 Royal National Institute of Blind People (UK),
used by BANA/CBA with kind permission.

Lisa 7. Väljavõtte kirjavahetusest kaarte testinud eksperdiga



Lisa 8. Taktiilsete kaartide testijatega kohtumiste tegevuskava.

Kõigepealt lasen testijatel tutvuda ühe kaardi legendiga ja seejärel kaardiga. Selgitan testijatele kaardilehti, tänavanimede lühendeid, leppemärke, kuidas joonmõõtkava töötab.

1. Annan kaardi Tallinna kesklinnast. Näitan, kus asuvad Solarise keskus ja Estonia kontserdimaja ning palun leida Viru keskuse.

2. Annan kaardi Kolde puistee ümbrusest ja palun leida Sõle tänava bussipeatuse.

3. Palun leida kaardil teekonna kohvikust bussipeatusesse.

Ülesannete sooritamiseega paralleelselt küsin järgmisi küsimusi:

- Kuidas sa igapäevaselt ringi liigud?

- Kas oled varasemalt taktiilsete kaartidega kokku puutunud? Kui jah, siis millistega?

- Millal kaotasid nägemise ja kui palju veel näed?

- Kas kaardil oli midagi arusaamatut, halvasti tajutavat või segadusse ajavat?

- Mis võiks kaardil veel olla?

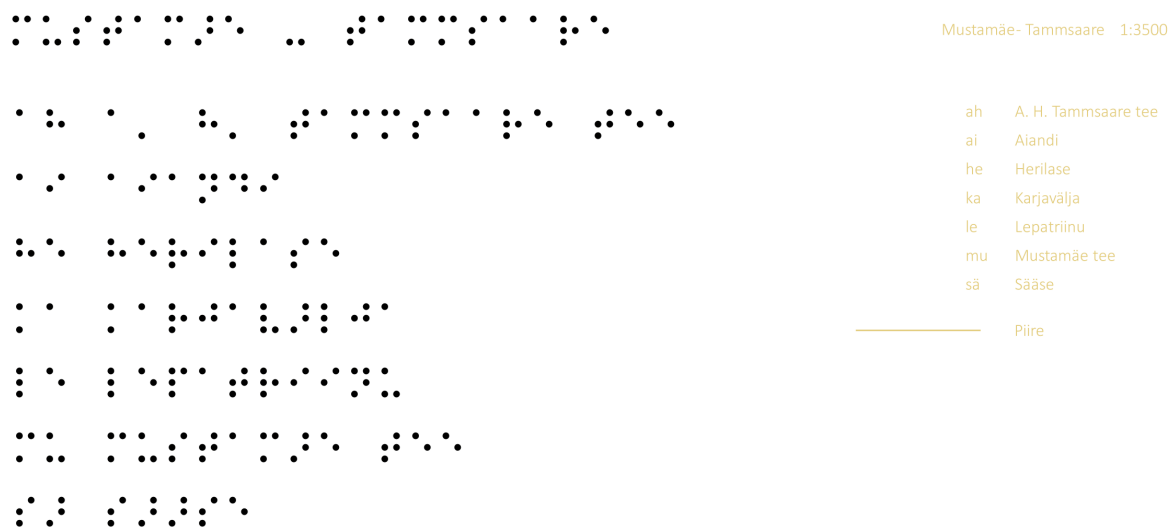
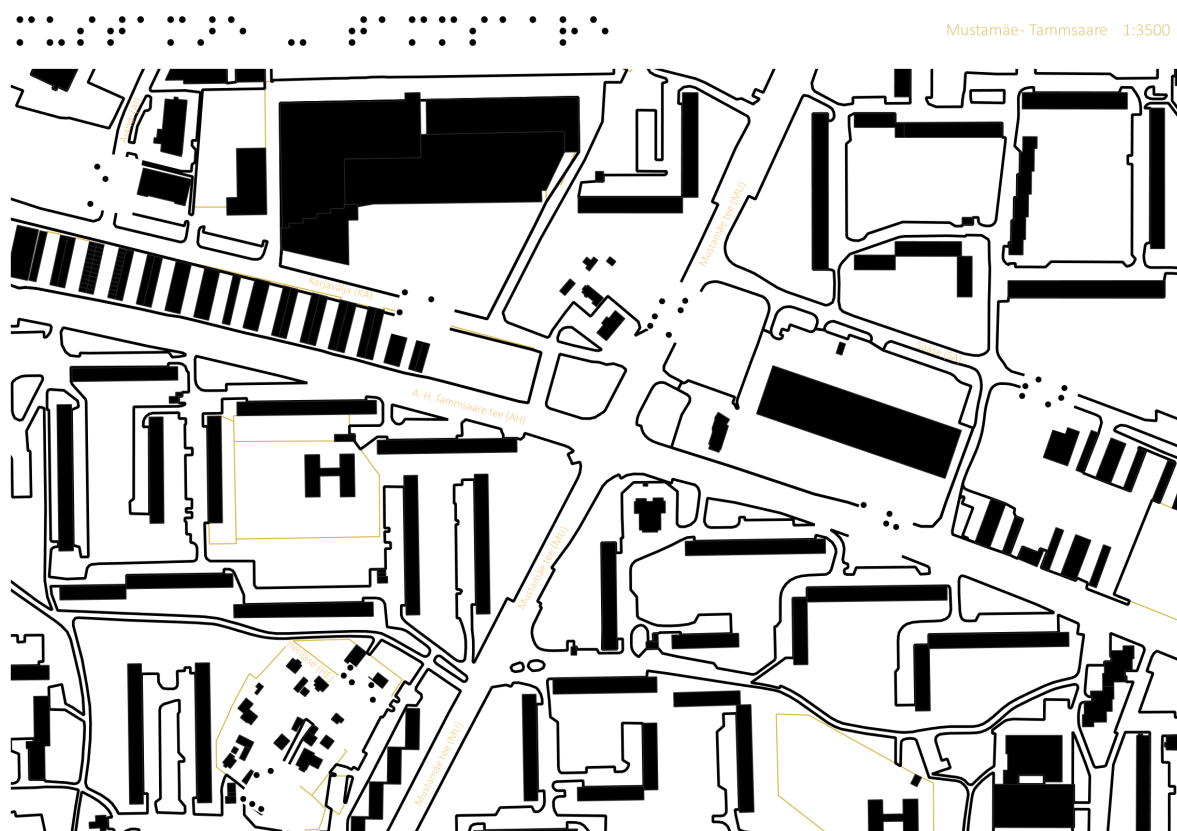
- Kas kaardilt peaks midagi ära võtma, lihtsustama?

4. Läbime paika pandud teekonna tänaval, mille käigus küsin järgmisi küsimusi:

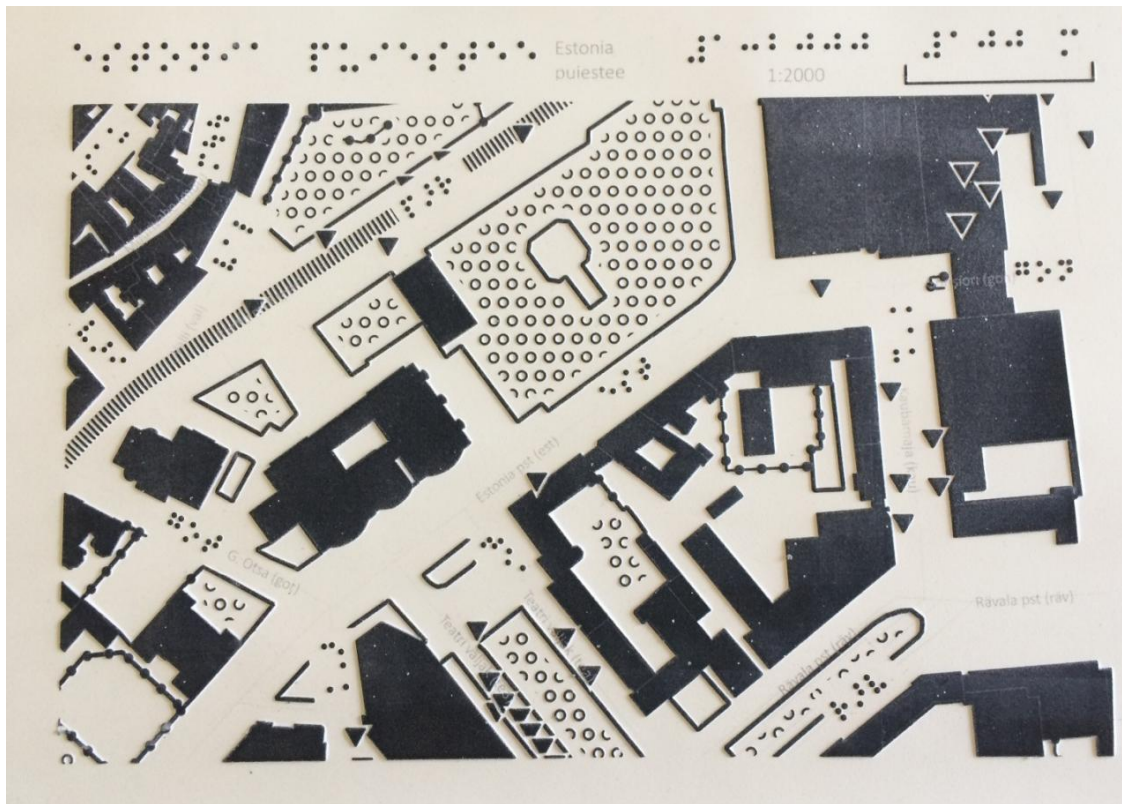
- Kas tunned, et need kaardid kujundasid kuidagi sinu arusaama uuritud piirkondadest?

- Kas kasutaksid neid kaarte ka tulevikus?

Lisa 9. Esimene ekspertidele saadetud kaardiversioon ja selle legend.



Lisa 10. Taktiilne Estonia puiestee ümbrust kujutav kaart.



Lisa 11. Teekonda läbiv testija



Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Helen Ojamäe

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Taktiliste kaartide väljatöötamine ja nende mõju kasutajaskonna ruumitunnetusele”, mille juhendaja on Raivo Aunap, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Helen Ojamäe

27.05.2019